

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DE LA ADICION DE AGREGADO
GRUESO RECICLADO EN LA RESITENCIA A
LA COMPRESION Y MODULO DE
ELASTICIDAD ESTATICO DE CONCRETOS
CONVENCIONALES, TRUJILLO 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Piero Francois Hidalgo Hidalgo

Asesor:

Ing. Alberto Ruben Vasquez Diaz

<https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Gonzalo Hugo Díaz García	40539624
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Cintha Vanessa Alvarado Ruiz	71412783
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Luis Alberto Alva Reyes	42013371
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

Revision Tesis Piero Hidalgo

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	1library.co Fuente de Internet	5%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de poder tener a mi familia en los buenos y malos momentos, por siempre estar conmigo en cada paso y en cada momento difícil dándome fuerza para poder lograr mis objetivos.

A mis padres que siempre me apoyaron con mucho amor, cariño, comprensión y esfuerzo ya que gracias a ellos puedo tener la oportunidad de estudiar y poder salir adelante en mi vida. Es un orgullo y privilegio ser su hijo les agradezco.

A mis abuelos que siempre estuvieron conmigo y me apoyaron en todo momento incondicionalmente dándome todo lo necesario para poder estar bien y apoyándome en todo momento con bastante amor y cariño, ellos son el motor que me impulsa y motiva en mi vida.

El Autor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por el apoyo brindado en todo momento por ser mi
fortaleza y apoyo en mis momentos de dificultad.

A mis abuelos que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas
dándome grandes enseñanzas y brindándome buenos valores para poder tener una
vida correcta.

A la Universidad Privada del Norte, a la escuela de ingeniería a los docentes,
los cuales gracias a sus enseñanzas académicas brindadas ha sido posible la formación
y cimientos profesionales brindados.

Infinitas gracias a todos.

El Autor.

ÍNDICE DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
RESUMEN.....	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
1.3. OBJETIVOS	23
1.3.1. Objetivo general	23
1.3.2. Objetivos específicos.....	23
1.4. HIPÓTESIS	24
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	25
2.1. Enfoque de investigación.....	25
2.2. Tipo de investigación.....	25
2.2.1. Por el propósito	25
2.2.2. Según el diseño de investigación	25
2.2.3. Según el nivel	25
2.3. Población y muestra	25
2.3.1 Población	25
2.3.2. Muestra.....	26
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	27
2.4.1 Técnicas de recolección de datos	27

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos.....	27
2.4.3 Análisis de datos.....	28
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	45
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	66
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. NUMERO DE PROBETAS ENSAYADAS.....	27
TABLA 2. TAMICES SEGÚN MEDIDA PARA EL ENSAYO GRANULOMÉTRICO.....	30
TABLA 3. MASA DE LA PORCIÓN DEL SUELO RETENIDA EN EL TAMIZ N°4	31
TABLA 4. RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM ²) DE LAS PROBETAS DE CONCRETO	45
TABLA 5. TABLA DE MEDIAS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM ²) DE LAS PROBETAS DE CONCRETO	47
TABLA 6. RESULTADOS DEL DIÁMETRO PROMEDIO (CM) DE LA POBRETA DE CONCRETO.....	48
TABLA 7. TABLA DE MEDIAS DEL DIÁMETRO PROMEDIO (CM) DE LAS PROBETAS DE CONCRETO	49
TABLA 8. RESULTADOS DEL ÁREA SECCIÓN (CM ²) DE LA POBRETA DE CONCRETO	50
TABLA 9. TABLA DE MEDIAS DEL ÁREA SECCIÓN (CM ²) DE LAS PROBETAS DE CONCRETO	51
TABLA 10. RESULTADOS DE LA CARGA MÁXIMA (KN) DE LA PROBETA DE CONCRETO	53
TABLA 11. TABLA DE MEDIAS DE LA CARGA MÁXIMA (KN) DE LA PROBETA DE CONCRETO..	54
TABLA 12. RESULTADOS DEL TIPO DE FRACTURA DE LA PROBETA DE CONCRETO.....	55
TABLA 13. TABLA DE MEDIAS DEL TIPO DE FRACTURA DE LA PROBETA DE CONCRETO.....	57
TABLA 14. RESULTADOS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD (MPA) DE LA PROBETA DE CONCRETO CON LA MUESTRA PATRÓN	58
TABLA 15. RESULTADOS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD (MPA) DE LA PROBETA DE CONCRETO CON EL T1	59
TABLA 16. RESULTADOS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD (MPA) DE LA PROBETA CON EL T2 .	61
TABLA 17. RESULTADOS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD (MPA) DE LA PROBETA CON EL T3 .	62
TABLA 18. RESULTADOS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD (MPA) DE LAS PROBETAS DE CONCRETO	63
TABLA 19. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA MÓDULO DE ELASTICIDAD (MPA)	64
TABLA 20. TABLA DE MEDIAS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD	64
TABLA 21. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RESISTENCIA (KG/CM ²)	77
TABLA 22. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DIÁMETRO PROMEDIO (CM).....	77
TABLA 23. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ÁREA SECCIÓN (CM ²)	77
TABLA 24. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CARGA MÁXIMA (KN).....	78
TABLA 25. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA TIPO DE FRACTURA	78
TABLA 26. DISEÑO DE MEZCLA DE LA MUESTRA PATRÓN	83
TABLA 27. DISEÑO DE MEZCLA DE LA MUESTRA T1	83

TABLA 28. DISEÑO DE MEZCLA DE LA MUESTRA T2.....	83
TABLA 29. DISEÑO DE MEZCLA DE LA MUESTRA T3.....	83

INDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1: <i>NUMERO DE MUESTRAS</i>	26
ECUACIÓN 2: <i>NUMERO DE ENSAYOS</i>	26
ECUACIÓN 3: <i>CÁLCULO DEL PORCENTAJE RETENIDO POR CADA TAMIZ</i>	32
ECUACIÓN 4: <i>CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</i>	33
ECUACIÓN 5: <i>CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO</i>	36
ECUACIÓN 6: <i>CÁLCULO DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO</i>	36
ECUACIÓN 7: <i>CÁLCULO DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO</i>	38
ECUACIÓN 8: <i>CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</i>	40

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. <i>PROCEDIMIENTOS</i>	29
FIGURA 2. GRÁFICO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO EN LOS DIFERENTES DÍAS DE ENSAYO	46
FIGURA 3. GRÁFICO DE MEDIAS DE LA RESISTENCIA DE LAS PROBETAS DE CONCRETO CON LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS	47
FIGURA 4. GRÁFICO DEL DIÁMETRO PROMEDIO DE LAS PROBETAS DE CONCRETO EN LOS DIFERENTES DÍAS DE ENSAYO.....	48
FIGURA 5. GRÁFICO DE MEDIAS <i>DEL DIÁMETRO PROMEDIO DE LAS PROBETAS DE CONCRETO</i> .	50
FIGURA 6. GRÁFICO DEL ÁREA SECCIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO EN LOS DIFERENTES DÍAS DE ENSAYO.....	51
FIGURA 7. <i>GRÁFICO DE MEDIAS DEL ÁREA SECCIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO</i>	52
FIGURA 8. GRÁFICO DE LA CARGA MÁXIMA DE LAS PROBETAS DE CONCRETO EN LOS DIFERENTES DÍAS DE ENSAYO.....	54
FIGURA 9. <i>GRÁFICO DE MEDIAS DE LA CARGA MÁXIMA DE LA PROBETA DE CONCRETO</i>	55
FIGURA 10. GRÁFICO DEL TIPO DE FRACTURA DE LAS PROBETAS DE CONCRETO EN LOS DIFERENTES DÍAS DE ENSAYO.....	56
FIGURA 11. <i>GRÁFICO DE MEDIAS DEL TIPO DE FRACTURA DE LA PROBETA DE CONCRETO</i>	57
FIGURA 12. <i>GRÁFICO DEL MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DE LA PROBETA CON LA MUESTRA PATRÓN</i>	59
FIGURA 13. <i>GRÁFICO DEL MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DE LA PROBETA CON EL T1</i>	60
FIGURA 14. <i>GRÁFICO DEL MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DE LA PROBETA DE CONCRETO CON EL T2</i>	61
FIGURA 15. <i>GRÁFICO DEL MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO DE LA PROBETA DE CONCRETO CON EL T3</i>	63
FIGURA 16. <i>GRÁFICO DE MEDIAS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD CON LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS</i>	65

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023. Para este estudio se diseñaron mezclas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ convencional, agregando diferentes dosificaciones de agregado grueso reciclado (20%, 25% y 30%). Se determinó la resistencia a la compresión a los 1, 3, 7 y 28 días y el módulo de elasticidad. Al final del estudio se determinó que existe una influencia significativa ($p=0.000$) de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión en concretos convencionales, donde el tratamiento 2 (25% de agregado grueso reciclado) es el que obtuvo la mayor resistencia a la compresión (196.75 kg/cm^2) y el mayor módulo de elasticidad (25461.0 MPa). Se concluyó que la resistencia a la compresión del concreto no aumenta conforme se eleve el porcentaje de reemplazo de agregado reciclado dando una mayor resistencia a la compresión del concreto reciclado. Mientras que el módulo de elasticidad de concretos reciclados no disminuye en comparación a los concretos elaborados con agregados naturales a mayor sea el porcentaje de reemplazo agregado en la mezcla.

PALABRAS CLAVES: Concreto, Agregado grueso reciclado, Resistencia a la compresión, flexión

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Actualmente para la producción de un material tan requerido como el concreto, se hace uso de materias primas no renovables, de las cuales su obtención causa un gran impacto ambiental. Muchas comunidades alrededor del mundo en donde se realiza esta práctica resultan afectadas por la contaminación del medio ambiente, generalmente en zonas urbanas, por la eliminación de material particulado a la atmosfera y derivados de procesos de demolición, de los cuales se produce una gran cantidad de toneladas de residuos alrededor del mundo, siendo solo un 8% de estos residuos reciclados, dejando la contra parte abandonada en rellenos sanitarios los cuales ocupan un gran espacio, disminuyendo el ecosistema biológico, así como visual que pueden encontrarse en estos lugares. De este modo por las razones antes mencionadas se necesita buscar una solución frente a esta problemática reduciendo la cantidad de residuos por medio de la reutilización del material demolido en forma de agregado para un nuevo concreto comparándolo con el concreto realizado con agregado natural teniendo en cuenta su resistencia a la compresión de este.

En Medellín, Colombia, el deterioro ambiental reciente resultante de unas escasas normas ambientales, las obras urbanas contribuyeron a las proyecciones de impactos ambientales producidos hasta la fecha debido a la obtención de materia prima utilizada para la elaboración del concreto. Además, el bajo costo de agregados naturales (AN) para el concreto y la disposición de una gran cantidad de Residuos de construcción y Demolición (RCD) dieron como próximo objetivo una alternativa de solución a esta problemática por medio del uso de herramientas de gestión de residuos para así potenciar los recursos, principalmente en los lugares del país en donde la inversión es

limitada. Estudios realizados en el país dan a conocer q es factible poder realizar concreto de uso estructural con agregados provenientes de RCD siendo un remplazo del 25%, tanto en agregados gruesos y finos, del AN manteniendo su desempeño y resistencia a la compresión (Bedoya y Dzul,2015).

En Cuba, según el artículo científico de Pavón, et al. (2011) debido a la necesidad de obtener un uso eficiente de los RCD por la lejanía de las canteras en La Habana, se realizó el estudio que consistió en describir las propiedades físicas, mecánicas y durabilidad de los concretos fabricados con un 25%y un 100% de agregados reciclados donde se lograron estudiar la resistencia a la compresión obteniendo una alternativa sustentable para la elaboración del concreto.

En Reino Unido los agregados de concreto reciclado (ACR) se comenzaron a utilizar de manera más frecuente desde la década de 1980 reemplazando los agregados vírgenes dando así un impulso sostenible a los materiales de la construcción. Aquí una proporción alta de materiales de demolición se utilizan como relleno general, material de subbase o dentro de concretos de baja resistencia. Por ende, el uso de los agregados reciclados en aplicaciones estructurales está limitado por la incertidumbre del rendimiento, por lo que los productores de ACR buscan una continua mejora en la calidad y rendimiento de este material para especificaciones de uso de mayor valor. Estudios realizados dan a conocer que el contenido de agregados provenientes de RCD pueden tener un remplazo de agregados naturales limitados entre 50% reduciendo así que su resistencia a la compresión se vea afectado y pudiendo obtener un resultado eficiente de esta propiedad (Dodds et al., 2017).

En el Perú el uso de los ACR no son de uso común ya que en la actualidad se vienen realizando pruebas y estudios con la finalidad de incrementar la demanda para

la implementación de maquinarias necesarias para el procesamiento de ACR como medida sustentable para la elaboración de concreto reciclado (Saldaña y Jordan, 2014).

Actualmente se estableció una nueva ley peruana con N°27314: “Ley General de Residuos Sólidos”. Además, en el decreto legislativo N°1065, que modifica la ley antes mencionada, se da a conocer los requisitos necesarios para tener una adecuada gestión y manipulación de los residuos sólidos provenientes de la demolición de construcciones. También, está la NTP 400.050:20: “Manejo de residuos de la actividad de la construcción”, cuya norma nos da a conocer los procedimientos necesarios para un buen manejo y control de los residuos provenientes de la demolición de construcciones. A pesar de ello, estas leyes y normas, no son puestas en práctica en su totalidad, ya que no se investiga sobre la producción de estos residuos, ni mucho menos se verifica los lugares donde se depositan; los cuales generalmente son informales, descartando y poniendo de lado la reutilización y reciclaje de estos materiales.

Jayasuriya et al. (2021) concluyó que el nivel adecuado para hacer el remplazo de Agregados de Concreto Reciclado (ACR) en donde se obtuvo una resistencia a la compresión adecuada está por debajo del 20%. Por otro lado, el remplazo de solo ACR grueso otorga una resistencia promedio óptima para una amplia variedad de aplicaciones.

Bedoya y Dzul (2015) confirma que el uso de ACR, aunque se presente diferencias en alguna de sus características, pueden ser adecuadas para emplearse como materia prima para un concreto nuevo. Sin embargo, es admisible la confección de concretos con fines estructurales si la mezcla se mantiene con una sustitución del 25% de ACR ya que mantiene su desempeño en resistencia a la compresión en comparación con concretos convencionales.

Gutierrez et al. (2015) establece que los concretos con 30% de ACR poseen una resistencia a la compresión similar a los concretos realizados con Agregados de Concreto Naturales (ACN) mostrando compartir similitud en sus características y dando una opción viable para el uso de estos frente a la coyuntura explicada.

En base a las investigaciones los concretos realizados con ACR son una posibilidad adecuada para su aceptación y uso en obras de construcción alrededor del mundo. De este modo utilizando los porcentajes adecuados para la elaboración de concreto a partir de ACR podremos mínima los impactos ambientales producidos para poder obtener una sostenibilidad ambiental con el pasar del tiempo.

En 2004 en Melbourne, Australia, se realizó la construcción de la Oficina administrativa de la ciudad de Melbourne diseñada por Mick Pearce, el cual fue calificado con seis Green Stars debido al poco impacto ambiental causado al momento de su construcción. El concreto utilizado en su estructura contiene ACR.

El aeropuerto Denver, uno de los más grandes del mundo, en su remodelación se hizo uso de agregados reciclados originados por la demolición de la antigua estructura. Los ACR fueron usados como agregado para concreto y como sub-base en las vías de acceso (Asocreto, 2011).

Tal como se especificó en los párrafos anteriores el uso del concreto un material totalmente requerido y revolucionario para la humanidad, tras su demolición deja una gran cantidad de toneladas de residuos los cuales una pequeña cantidad equivalente al 8% de estos son tratados y el resto es dejado y abandonado, principalmente en réyenos sanitarios los cuales llenan espacios de gran tamaño disminuyendo y haciendo uso del ecosistema biológico que alberga el lugar ocupado. Por esta razón se busca la manera

de poder reducir este material de desperdicio aliviando su espacio ocupado y disminuir así la contaminación causada por este.

Por otro lado, la elaboración del concreto hace uso de materias primas no renovables, de las cuales su obtención daña en gran parte a las comunidades alrededor de las canteras de donde se extrae dicho material, no solo trayendo consigo un daño para el medio ambiente por la cantidad de polvo y gases dejados por su obtención si no un adicional de daño por degradación de la corteza terrestre causados por los procesos de demolición tras el trabajo de recolección de las materias primas usadas para la elaboración del concreto.

Finalmente, con mentalidad de poder aprovechar al máximo la utilización de las materias primas utilizadas para la elaboración del concreto y reducir el impacto proveniente por la obtención de este material. Se busca una propuesta considerada por muchos la mejor forma de poder reutilizar y optimizar los residuos de concreto es haciendo uso del concreto viejo demolido en forma de agregados para la elaboración de un nuevo concreto con las características iguales o parecidas a los elaborados con agregados provenientes de la naturaleza.

Según las causas explicadas en los párrafos anteriores, esta investigación busca encontrar la cantidad adecuada, en porcentaje, de ACR para poder elaborar un concreto nuevo con la finalidad de reducir el impacto ambiental causado por la construcción al momento de deshacerse de los residuos de demolición; describiendo las variables de la unidad de estudio y haciendo un uso adecuado de las normas que la rigen.

Por ello el presente estudio de investigación testa dirigido a la aplicación de ACR con una eficiente resistencia a la compresión guiándose de estudios previamente

realizados y significativos que servirán como base de la sustentación para poder hallar el porcentaje adecuado de ACR en la elaboración de un concreto nuevo con adecuados niveles en la resistencia a la compresión.

De esta manera, al no realizarse investigaciones similares al presente estudio, no existiría la solución adecuada para la realidad problemática previamente mencionada, la cual perjudicaría gravemente la corteza terrestre, así como el entorno donde habitan las poblaciones afectadas, pues con el presente estudio se identifica una manera óptima de reutilización del RCD aliviando el impacto ambiental producido por este. Por otro lado, sería de ámbito imprudente eliminar acciones directas o indirectas sobre la tierra y los recursos producidas por ella ya que esto permite el mantenimiento o la mejora de las condiciones de vida de la sociedad.

Martínez y Mendoza (2006) la finalidad en esta investigación fue presentar el comportamiento de concretos elaborados con agregados reciclados derivados del desecho de cilindros de concreto premezclado y diferentes muestras de cemento. (Pg. 1). Primero se evaluaron sus propiedades mecánicas y luego se comparó con las propiedades de concretos naturales, considerando las mismas condiciones de elaboración (Pg. 6). Se obtuvo un comportamiento semejante para resistencias menores de 300 kgm^3 , en el concreto con agregados reciclados y en el concreto con agregados naturales por mínimas equivalencias, también, se obtuvo que cuando es mayor su eficiencia es mejor para los concretos reciclados (Pg. 8). En conclusión, el concreto diseñado puede ser usado como concreto clase 2, según el Reglamento de Construcción del Distrito Federal (RCDF) (Pg. 8). La presente investigación ayudó a determinar la importancia del uso de agregados reciclados y como estos aportan positivamente al

medio ambiente, así como el proceso necesario de su obtención y las diferentes características que estos presentan al momento de la realización de un concreto nuevo.

Gutierrez et al. (2015) se estudió y comparó mezclas de concreto con 100% agregados naturales, concreto reciclado con 30% de agregado gruesos reciclados y 70% de agregados gruesos naturales (pg.1). Se utilizaron probetas cilíndricas de concreto con 70% de agregados naturales de piedra caliza y 30% residuos de concreto con piedra caliza natural, identificando sus propiedades y comparándolos con ejemplares elaborados con 100% áridos naturales en ensayos de 7 días y 28 días (pg.3). A partir de los 7 días de curado, los cilindros de concreto reciclado lograron obtener una resistencia mayor al 50% de acuerdo a la formulación especificada, sin presentar diferencia significativa con los concretos de agregado natural. Por otro lado, los cilindros de concreto reciclado a 28 días de curado llegaron a cumplir la resistencia esperada de 210kg/cm^2 alcanzando algunos hasta mayor resistencia de 300 kg/cm^2 siendo esta la mayor obtenida (pg. 5). Los resultados dados por la investigación indicaron que las mezclas de concreto reciclado a 30% de remplazo de los agregados gruesos reciclados, tienen un comportamiento semejante a los concretos convencionales. Esta investigación aportó una manera adecuada de cómo realizar los procesos de obtención de los resultados de resistencia a la compresión de concreto, así como porcentajes adecuados para una eficiente resistencia a la compresión con un porcentaje adecuado de remplazo de agregados reciclados.

Bedoya y Dzul (2015) se estudió el conocimiento adecuado para incluir un material eco-amigable para el uso en construcciones, y de esta manera dar prioridad al uso de estos materiales para una construcción urbana sostenible (pg. 1). Para realizar ello, las materias primas fueron seleccionadas, de las cuales los naturales provinieron

de canteras con un historial adecuado para la elaboración y desempeño óptimo del concreto, para los agregados reciclados se usaron escombros seleccionados y triturados entre 50% de concreto demolido y 50% de mampostería de agregados cerámicos; luego se confeccionaron 30 testigos cilíndricos de concreto los cuales fueron curados a 7, 14, 28, 56 y 91 días (Pg. 2). Se obtuvo como resultado promedio de las 6 mediciones de la mezcla 25% agregados reciclados (AR) en la estimación de la resistencia a la compresión, un valor del 98.03 %, respecto a la mezcla de referencia 0% de AR; mientras en la mezcla 50% AR fue de 95.43 %; y en la mezcla 100 AR fue del 86.70 % (Pg. 3). El empleo de agregados que se obtienen del reciclaje de remanentes, pese a las diferencias puedan tener en sus propiedades, son de utilidad como materia prima en el diseño de concretos nuevos para fines de construcción, pues no todas las mezclas requeridas son para uso en estructuras a menos que se utilice un porcentaje de sustitución del 25% ya que mantiene prácticamente igual su desempeño (Pg. 9). Esta investigación brindó un porcentaje de remplazo de agregados reciclados de 50% de remplazo dándonos resultados favorables y adecuados para la investigación realizada con los tiempos de curados de 7, 14, 28, 59 y 91 días siendo considerado como base para los porcentajes y así verificar la cantidad de remplazo de agregados reciclados base para la elaboración de un concreto nuevo.

Chumpitaz (2019) evaluó la influencia del agregado grueso derivado de concreto reciclado sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto (Pg. 3). Se busco describir los sucesos observados durante el desarrollo del estudio, medir las propiedades mecánicas y físicas del agregado grueso reciclado, además de explorar un material poco investigado y usado, como alternativa ecológica para su uso en la actualidad (Pg. 67- 68). Se obtuvo que los concretos elaborados con 20% de agregados

reciclado, tuvieron una disminución en la resistencia a la compresión, siendo menor al 10%; en concretos a 30% de agregados reciclados menor al 6%; sin embargo, en concretos con un 40% de agregados reciclados la resistencia a la compresión fue del 30% como máximo (Pg. 110-115). De acuerdo a lo observado la resistencia a la compresión del diseño de mezcla con 30% de agregados reciclados fue la que mayor carga soporto siendo así el diseño más óptimo para rangos más altos en resistencia a la compresión adecuada (Pg. 133). Esta investigación se consideró por la cantidad de aporte informativo sobre los agregados reciclados brindaba, así como la metodología adecuada como se realizaron los análisis de para la obtención de los resultados necesarios para unas conclusiones claras y precisas sobre el tema de investigación.

Kumar et al. (2018) evaluaron la aplicación de agregado concreto reciclado fino (FRCA) y concreto reciclado grueso (CRCA) en mezclas de concreto de alto desempeño (HPC) (Pg.1). Se realizaron mezclas de 20% de reciclados, gruesos como finos agregados, en cubos de 150mm y cilindros de 150mm de diámetro y 300 mm de altura de los cuales fueron 28 de la mezcla de control, 12 por mezcla de 20% de CRCA y FRCA y 28 de mezcla con 20% de CRCA + FRCA aplicando las diferentes pruebas para encontrar las características de las muestras (Pg. 3). Se pudo observar que la mezcla con 20% de CRCA con un curado a 3 días tuvo un aumento de 8.6% en resistencia, a 7 días una disminución de 16.4% y a 28 días una disminución mínima de 1.4%; en la mezcla de 20% FRCA se encontraron aumentos en la resistencia en la compresión en todos los tiempos de curado siendo de 40.4%, 10.4% y 18.5% para 3, 7 y 28 días de curado respectivamente y por ultimo al combinar 20% CRCA + FRCA se pudo observar un aumento de 26% y 1.8% a 3 y 28 días respectivamente y una disminución de 13.5% a 7 días de curado (Pg. 8). Los resultados del estudio muestran

que materiales como CRCA y FRCA provenientes de desperdicio de concreto pueden ser utilizados como remplazo al 20% en concretos nuevos ya que tras los estudios que se realizaron dan valores aceptables en trabajabilidad y resistencia a la compresión (Pg. 11). La presente investigación se consideró por la claridad de explicación de cada variable y por el análisis exhaustivo de cada probeta expuesta al ensayo de compresión, el cual analiza los agregados reciclados por separados, así como combinados en la elaboración de un concreto nuevo.

Cantero et al. (2020) en esta investigación se analizó el efecto combinado de valorizar el hormigón reciclado molido (GRC) como un 10% o 25% de reemplazo de cemento y un 0% o 50% de áridos reciclados mixtos de residuos de construcción y demolición (RA-CDW) en hormigón estructural (Pg. 3). Se prepararon un total de 24 muestras por mezcla para evaluar los efectos de usar GRC Y RA-CDW en el concreto nuevo así observando su resistencia a la compresión a 28 días de curado pudiendo aplicarse y obteniendo resultados de muestra de 246 muestras aprobadas estadísticamente para determinar la distribución normal antes de calcular los coeficientes de variación y un error de prueba del 5% (Pg. 8). Hubo un mayor efecto en la resistencia a la compresión por el uso de RA-CDW al 50% que por la incorporación de GRC al 10%. Con base en los presentes hallazgos, las mezclas preparadas con 50% RA-CDW y aquellas hechas con 10% GRC y 50% RA-CDW serían aptas para aplicaciones estructurales, por que cumplen con los requerimientos para la clase de resistencia EC-2 C25 / 30 (Pg. 11). Las mezclas con un 10% de hormigón reciclado molido y un 50% de áridos reciclados cumplieron con los requisitos de rendimiento mecánico para el hormigón estructural de clase de resistencia 25/30. Estos datos pueden extrapolarse a hormigones con áridos reciclados de calidad similiar a los utilizados en

este estudio, considerando que en la calidad influyen sus componentes (hormigón, áridos no ligados, materiales arcillosos) (Pg.17). El presente artículo aportó con la comparación de mezclas de con agregados reciclados frente a una mezcla control, analizada de la misma manera que las mezclas anteriormente mencionadas. Gracias a este aporte se puede obtener más puntos de vistas frente a los diferentes rangos de agregados reciclados que pueden ser remplazados en concretos con la finalidad de poder obtener una resistencia a la compresión adecuada

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diseñar mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ convencional con relación a/c 0.45 y la cantidad de agregado grueso reciclado en 20%, 25% y 30% en Trujillo, 2023.
- Determinar el porcentaje óptimo del agregado grueso reciclado de rotura de probetas con 20%, 25% y 30%.

- Determinar la resistencia a la compresión a los 1, 3, 7 y 28 días con diferentes porcentajes de remplazo de agregados reciclados provenientes de roturas de probetas con agregados naturales en Trujillo, 2023.
- Determinar el módulo de elasticidad estático en concretos convencionales con adición de agregado grueso reciclado en Trujillo, 2023.

1.4. Hipótesis

La resistencia a la compresión del concreto aumentará conforme se eleve el porcentaje de remplazo de agregado reciclado dando una mayor resistencia a la compresión del concreto reciclado.

El módulo de elasticidad de concretos reciclados puede tener una disminución en comparación a los concretos elaborados con agregados naturales a mayor sea el porcentaje de remplazo agregado en la mezcla.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Enfoque de investigación

El enfoque de la presente investigación fue cuantitativo

2.2. Tipo de investigación

2.2.1. Por el propósito

Según el propósito la investigación corresponde al tipo básica

2.2.2. Según el diseño de investigación

Esta investigación fue experimental, ya que se manipularon las variables independientes con la finalidad de obtener resultados de las variables dependientes. Por lo que, se estudió el problema y se analizaron los resultados con la necesidad de hacer uso de un laboratorio, reuniendo todas las condiciones para una investigación experimental.

2.2.3. Según el nivel

La presente investigación según el nivel fue experimental verdadera, ya que se hizo uso del análisis estadístico para comprobar la hipótesis. Por otro lado, se puede establecer una relación causa efecto verificando el grupo de control con el grupo de prueba, dando así resultados concisos para la refutación de una hipótesis previamente planteada

2.3. Población y muestra

2.3.1 Población

Estuvo constituida por probetas cilíndricas fabricadas en el laboratorio de ensayos de materiales, según la norma NTP 339.034.

2.3.2. Muestra

La muestra fue elegida según un muestreo no probalístico, es decir de acuerdo a un juicio experto, donde el investigador en colaboración con su asesor (Ing. Alberto Vásquez Diaz), logró realizar un mínimo de 3 testigos por porcentaje de agregado y ensayos para obtener resultados precisos.

- Variable Independiente (V.I): Cantidad de agregado reciclado (A).
 - A1: 0% de remplazo de agregado grueso
 - A2: 20% remplazo de agregado grueso
 - A3: 25% remplazo de agregado grueso
 - A4: 30% remplazo de agregado grueso
- Variable Dependiente (V.D)
 - C1: Resistencia a compresión: 1 día (1d), 3 días (3d), 7 días (7d), 28 días (28d).
 - C2: Modulo de elasticidad elástica: 28 días (28d).

Ecuación 1: *Numero de muestras.*

$$n^{\circ} \text{ de muestra} = (V.I \times N^{\circ} \text{ de niveles } A)$$

$$n^{\circ} \text{ de muestra} = (1 \times 4) = 4 \text{ muestras}$$

Ecuación 2: *Numero de ensayos.*

$$n^{\circ} \text{ de ensayos} = n^{\circ} \text{ de muestra} \times V.D \times (N^{\circ} \text{ en niveles } C \times n^{\circ} \text{ de replicas})$$

$$n^{\circ} \text{ de ensayos} = 4 \times 1 \times (4 \times 3 + 1 \times 3) = 60 \text{ ensayos}$$

Según la NTP 339.183, el número mínimo de ensayos elaborados es de tres (03) para cada edad, es por lo que el tamaño de muestras fue de 4 según el porcentaje de remplazo de agregado grueso propuesto (0%, 20%, 25% y 30%). Estas muestras se utilizaron para realizar 2 tipos de ensayos, resistencia a la compresión con probetas a

edades de 1d, 3d, 7d y 28d; y módulo de elasticidad (E_c) con probetas a 28d, dando como resultado un total de 60 ensayos. Dichas probetas se elaboraron en la ciudad de Trujillo, 2023.

Tabla 1

Numero de probetas ensayadas.

Porcentaje de remplazo (%)	COMPRESION				Ec
	1d	3d	7d	28d	28d
0%	3	3	3	3	3
20%	3	3	3	3	3
25%	3	3	3	3	3
30%	3	3	3	3	3
Total de probetas			48		12

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1 Técnicas de recolección de datos

Se aplicó como técnica la observación, ya que esto nos permitió comparar metódicamente los resultados, de estos tenemos el diseño de mezclas y el ensayo a la resistencia a la comprensión.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Se usaron equipos de laboratorio de concreto, para realizar los ensayos de la muestra patrón, y el reemplazo de agregado grueso por agregado reciclado de rotura de probetas en 20%, 25% y 30%; también se usó equipos de cómputo para digitar y procesar datos obtenidos, y una guía de observación dónde se anotó los resultados de cada ensayo.

2.4.3 Análisis de datos

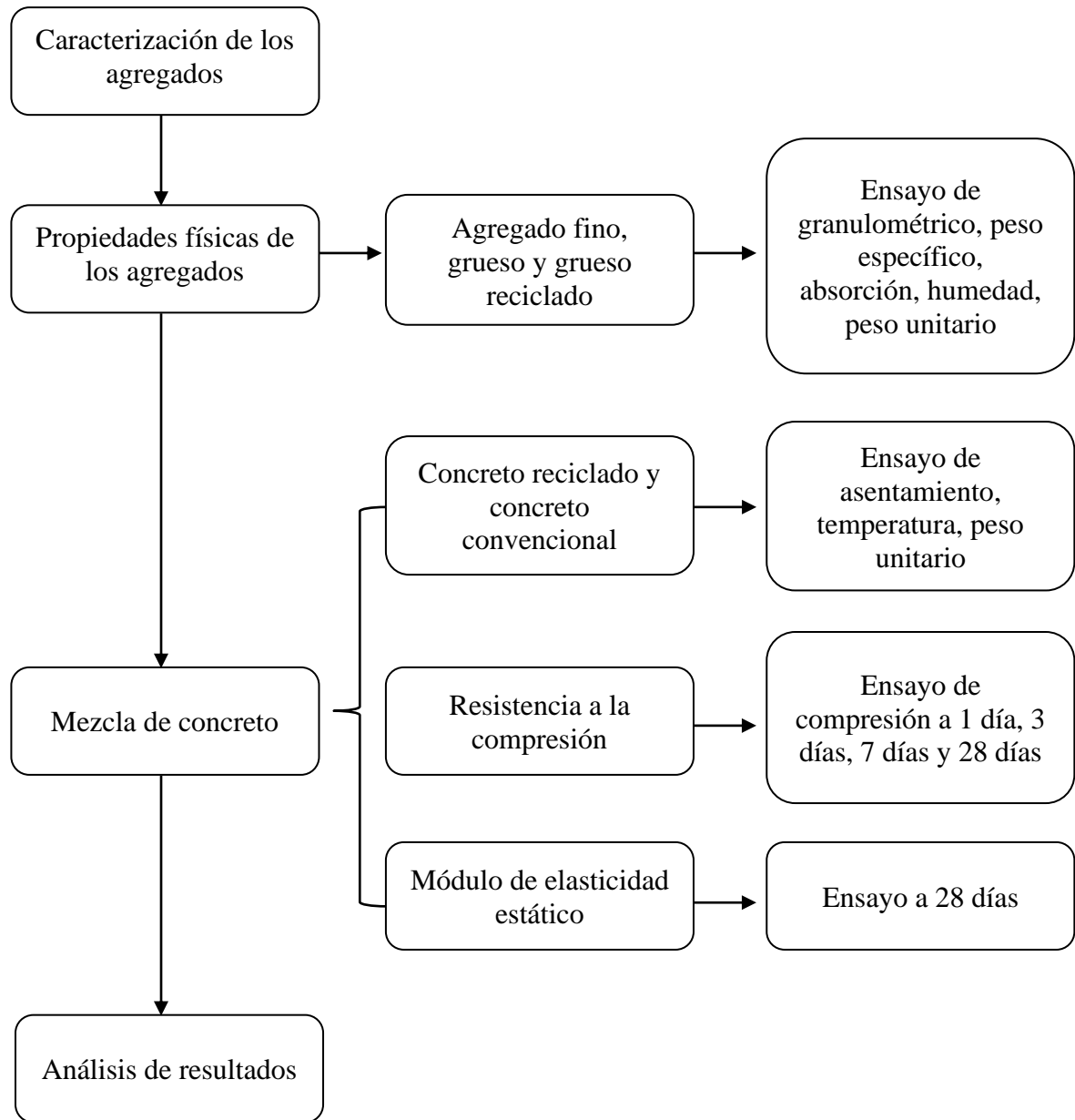
Se utilizó el método de inferencia estadística, mediante el cual los datos obtenidos de la muestra (probetas cilíndricas) son analizados, a su vez este método permite obtener información respecto al comportamiento de la población con el menor error; también se utilizaron gráficos estadísticos y tablas de frecuencia.

2.4. Procedimientos

Los datos de la experimentación fueron recolectados en relación a los procedimientos de la Norma Técnica Peruana (NTP), para poder obtener las propiedades físicas de los agregados a usar como control, y así ir remplazando adecuadamente los agregados gruesos reciclados a partir de ensayos de probetas en los porcentajes de 20%, 25% y 30% de remplazo a los agregados naturales.

Figura 1

Procedimientos



2.4.1. Ensayos físicos de los agregados

a. Granulometría (ASTM D-422).

Equipos y materiales

- Balanza (sensibilidad 0.1%).

- Brochas, cepillos, bandejas.
- Tamices según figura 1.
- Pipetas.
- Vasijas.
- Tamiz N°200.
- Horno secador.

Este ensayo permitió determinar de manera cuantitativa el tamaño de las partículas que se encuentran en el suelo, para determinar el porcentaje de estas partículas se utilizan tamices de distintas medidas (ver tabla 2). El tamizado se realizó con la muestra entera o después de haber separado las partículas finas presentes en la muestra por lavado.

Tabla 2

Tamices según medida para el ensayo granulométrico

3 in (75.0 mm)	N° 4(4.75 mm)
2in (50.0 mm)	N° 10(2.00mm)
1 ½ in (37.5 mm)	N° 20(0.850 mm)
1 in (25.0 mm)	N° 30(0.600 mm)
¾ in (19.0 mm)	N° 40(0.425mm)
½ in (12.5 mm)	N° 60(0.250 mm)
3/8 in (9.5 mm)	N° 100(0.150mm)
¼ in (6.3 mm)	N° 200(0.075 mm)

Nota. Recuperado de norma técnica ASTM D-422

Procedimiento:

- Se preparó una muestra que se compone de dos partes, una parte pasa por el tamiz N°4 (4,760mm), y la otra se queda retenida en el tamiz. El tamaño de la fracción retenida en el tamiz, depende del tamaño de las partículas más grandes, como se indica en la tabla N°3.

Tabla 3

Masa de la porción del suelo retenida en el tamiz N°4

Diámetro nominal de partículas más grandes pulg(mm)	Porción aproximada de masa mínima (g)
3/8(9,5)	500
3/4 (19,0)	1000
1 (25,4)	2000
1 1/2 (38,1)	3000
2 (50,8)	4000
3 (76,2)	5000

Nota. Recuperado de norma técnica ASTM D-422

- Se seleccionó la muestra después del fraccionamiento en el tamiz, se pesó y secó en un horno hasta que el peso sea constante.
- Se pesó la muestra obtenida después del secado y enfriado.
- Se seleccionó el peso del material de acuerdo a tabla N°2, fue lavado en el tamiz N°200 y secado en un horno durante 24 h.
- La porción retenida en el tamiz fue separada en varias fracciones, usando los tamices según la Figura 1.
- Se pesó cada fracción tamizada utilizando una balanza (0.1% sensibilidad). La diferencia entre la suma de los pesos obtenidos y el peso inicial de la muestra no debe ser mayor del 1%.
- Se dividió en dos opciones: una de 115g para suelos arenosos y otra de 65g para suelo limosos y arcillosos (0.1% sensibilidad balanza).
- El análisis de la muestra que pasó el tamiz N°4 (4, 760 mm), se realizó por sedimentación o por tamizado realizando el mismo procedimiento antes descrito para la fracción retenida en el tamiz N°2.
- Se usó la siguiente fórmula para calcular el porcentaje retenido por el tamiz:

Ecuación 3: *Cálculo del porcentaje retenido por cada tamiz*

$$\% \text{ Retenido} = \frac{w_{\text{tamiz}}}{w_1} \times 100$$

En el cual:

Wmalla: Peso retenido por cada tamiz.

W1: Peso de la muestra despues del secado en el horno.

b. Contenido de Humedad (ASTM D 2216)

Este método es utilizado para determinar el contenido de humedad en suelos, rosas y agregados, para lo cual se requiere el secado de muestra por varias horas.

Materiales y Equipos

- Horno para secado.
- Balanzas(clase GP1).
- Recipientes para muestras.
- Desecador.
- Guantes.
- Pinzas.
- Cuchillos.
- Espátulas.
- Cucharón.
- Cuartedores.

Procedimiento

- Se usó un recipiente limpio y seco para la muestra y mediante el uso de una balanza se determinó y anotó su masa.
- Se seleccionaron las muestras para el ensayo.
- Se colocó la muestra húmeda en el contenedor, luego mediante el uso de una balanza se determinó la masa del recipiente con el material húmedo.
- Las muestras fueron identificadas mediante el uso de números en los recipientes para evitar confusiones y resultados errados.
- Para favorecer el secado de las muestras grandes en el horno, estos fueron colocados en recipientes grandes, como bandejas.
- El recipiente con la muestra fue colocada a un horno a temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y la muestra fue secada hasta obtener una masa constante.
- Se retiró el recipiente con la muestra cuando finalizó la etapa de secado y se dejó enfriar a temperatura ambiente, protegiendo la muestra de posibles factores que alteren el resultado de humedad.
- Se determinó la masa de la muestra y del recipiente y se anotó su valor.
- Se usó la siguiente fórmula para calcular el contenido de humedad de la muestra:

Ecuación 4: *Cálculo del contenido de humedad*

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Donde:

W: Contenido de humedad (%).

M_{cws} : Peso de la muestra húmeda, más el recipiente (g).

M_{cs} : Peso de la muestra seca, más el recipiente (g).

M_c : Peso de recipiente (g).

M_w : Peso del agua (g). ($M_w = M_{cws} - M_{cs}$)

M_s : Peso de las particulas solidas (g) ($M_s = M_{cs} - M_c$)

c. Peso unitario (MTC E 203-2000).

La variación del peso unitario depende de las características de agregado (granulometría, tamaño y forma) y de otros factores, como la correlación entre el tamaño máximo y el volumen del recipiente, la adherencia, forma de colocación, etc.

Materiales y Equipos.

- Balanza (sensibilidad 0.1%).
- Varilla compactadora de acero cilíndrica, longitud de 600 mm, diámetro de 16 mm, con extremo semiesférico (radio de 8 mm).
- Recipientes metálicos cilindricos.

Método de apisonado para agregados de tamaño máximo de 39 mm (11/22”)

- En un recipiente se añadió el agregado formando 3 capas con idéntico volumen, hasta llenar el recipiente.
- Se procedió a nivelar cada una de las capas con la mano y mediante el extremo semiesférico de una varilla se apisonó con 25 golpes en cada capa de manera uniforme.
- Se apisonó cada capa en el orden correspondiente evitando en la primera capa tocar la base interna del recipiente con la varilla y con cuidado para traspasar solo la capa correspondiente.
- Al finalizar se niveló la superficie de recipiente con una regla o varilla, luego se determinó la masa total (lb o kg) del recipiente con concreto.

d. Absorción de agua y peso específico (ASTM C-127)

La absorción de agua se calcula mediante la diferencia de la masa obtenida de una muestra de agregado después de ser su inmersión en agua entre la masa del agregado antes de realizar la respectiva inmersión.

Equipos y Materiales

- Balanza de capacidad mínima de 5 kg (sensibilidad: 0,5 g).
- Cesta de malla metálica (tamiz N°6: 3 mm).
- Recipiente apropiado para sumergir la cesta metálica en agua, y un dispositivo para sostenerla del centro de la balanza.
- Horno o estufa ($110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$).
- Termómetro, con aproximación de $0,5^{\circ} \text{C}$.

Procedimiento

- Mediante la técnica de cuarteo se seleccionó 5 kg de agregado que se requiera analizar, excluyendo el agregado que pasa por el tamiz N° 4 (4,76 mm).
- Se lavó el agregado para eliminar impurezas, luego fue sumergido en agua durante $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$.
- Se sacó el agregado del agua y fue secado con un paño absorbente separando los fragmentos más grandes. Al momento del secado se evitó la evaporación del agua en el exterior del agregado.
- Después de procedimiento anterior se determinó la masa del agregado.
- Luego se colocó de manera inmediata el agregado en la cesta de metal, para determinar su masa en agua a temperatura de $23^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$.

- El agregado fue secado a temperaturas de 100 a 110 °C, hasta obtener una masa constante, luego se enfrió a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas, finalmente fue pesado.
- Se calculó el % de absorción del agregado según la ecuación:

Ecuación 5: *Cálculo del porcentaje de absorción del agregado*

$$\% \text{ Absorción} = \left(\frac{B-A}{A}\right) \times 100$$

Donde:

B: Peso de la muestra saturada con superficie seca (g).

A: Peso de la muestra seca (g).

e. Peso específico de la masa seca

Es la razón entre la masa en el aire de un volumen unitario de material poroso y la masa del volumen equivalente de agua destilada sin gas a temperatura constante. Este parámetro, se calcula conociendo el % de absorción de agua del agregado, mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 6: *Cálculo del peso específico del agregado*

$$\text{Peso específico(masa seca)} = \frac{A}{B-C}$$

Donde:

A: Peso específico de la muestra seca.(g).

B: Peso de la muestra saturada con superficie seca(g).

C: Peso de la muestra saturada dentro del agua(g).

$$\text{Peso específico (SSD)} = \frac{B}{B-C}$$

Donde:

B: Peso de la muestra saturada con superficie seca(g).

C: Peso de la muestra saturada dentro del agua(g).

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{A-C}$$

Donde:

C: Peso de la muestra saturada dentro del agua(g).

A: Peso de la muestra seca (g).

2.4.2. Ensayos físicos y mecánicos del concreto

a. Peso unitario del concreto (ASTM 138).

Una muestra obtenida de la mezcladora o de una batida de concreto fresco se añade a un molde con medidas conocidas. Al terminar la fijación del concreto (por varillado o fijación interna), se eliminan los restos realizando un enrasado y luego se determina la masa neta.

Equipos o Materiales

- Balanza, sensibilidad de 0.1 lb (45g).
- Vibrador interior, diámetro externo (19mm- 38 mm), longitud (600 mm).
- Envase de acero o metal en forma cilíndrica
- Placa de metal para enrasar (6mm de espesor), bordes rectos y lisos de (2mm).
- Mazo de goma de 1.25 ± 0.50 lb de masa, para
- ser usado con moldes de 14 litros (0.5 ft³) de capacidad máxima.
- Mazo de 2.25 ± 0.50 lb de masa, para ser usado con moldes de mayor capacidad.

Procedimiento

- Se añadió el hormigón a un envase en tres capas, cada de igual volumen y luego se realizó una compactación usando una varilla.

- En envases con capacidad de 14 L (0.5ft³) la compactación del hormigón se realizó penetrando cada capa con una varilla mediante 25 golpes, mientras que para envases de mayor tamaño (28L) con 50 golpes.
- Se realizó el compactado en la primera capa evitando tocar con la varilla el fondo del envase.
- Se realizó la compactación de la segunda capa penetrando con la varilla 25 mm (1in) en la capa anterior. Luego al momento de llenar la tercera capa se mantuvo un exceso de 3mm (1/8 in) y se compactó siguiendo el mismo procedimiento.
- Se distribuyó de manera homogénea con la varilla penetrando en la sección transversal del envase en cada una de las tres capas.
- Para eliminar los espacios vacíos que puedan estar presentes en el envase, se procedió a golpear los extremos de cada capa de 10 a 15 veces usando un mazo.
- Se retiró el exceso de hormigón en el envase con el uso de una llana y se corrigió cualquier defecto añadiendo una pequeña cantidad de concreto.
- Una vez fijado el hormigón en el envase se procedió a nivelar con una placa de enrase hasta cubrir 2/3 de la superficie y se encuentre lisa. Luego se niveló nuevamente.
- Se realizó una limpieza en la superficie del envase para eliminar el exceso de hormigón que pueda existir y luego se calculó la masa neta en lb o kg.
- Se calculó la densidad del hormigón (lb. /ft³ o kg/m³).
- Se anotó el resultado del ensayo.
- La densidad (peso unitario) se calculó mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 7: *Cálculo del peso unitario del concreto*

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

$$M_{cneto} = M_c - M_m$$

Donde: M_c : masa del envase lleno de concreto.

M_m : masa del envase vacío.

V_m : volumen del envase.

b. Resistencia a la compresión (ASTM C39)

El ensayo se realiza aplicando una carga uniaxial de compresión a una determinada velocidad ($0.25 \pm 0.05 \text{MPa/s}$) en un cilindro patrón de concreto hasta causar el fallo.

Materiales y equipos

- Cilíndricos moldeados (150 mm x 300 mm o 100 mm x 200 mm).
- Maquina universal

Procedimiento

- Previamente se midió dos veces el diámetro del cilindro de concreto a ensayar en el tramo central, realizando mediciones de manera perpendicular entre sí.
- Se obtuvo el promedio de estas medidas para calcular el área de la sección transversal de los cilindros de concreto.
- Mediante la operación de un maquina universal se aplicó la carga de forma constante.
- Durante la aplicación de la carga se usó boques con cabezal de acero, paralelos y resistentes.
- Se alinearon los ejes del cilindro de concreto con el eje de carga de la máquina compresora (las superficies de contacto limpias).

- Un bloque fue ubicado en la parte superior de cilindro de concreto, apoyándose en una superficie esférica.
- Otro bloque fue ubicado en la parte inferior del cilindro de concreto, apoyándose en una base resistente.
- Finalmente, la carga fue aplicada con una velocidad constante (0.25 ± 0.05 MPa/s) hasta causar el fallo del cilindro de concreto.
- Se anotó el tipo de fallo del cilindro de concreto, cuyo dató permitió comprobar si el ensayo se realizó correctamente.
- Para el cálculo de la compresión se dividió el valor de la carga máxima aplicada entre el valor del área de la sección transversal de los cilindros de concreto, como se indica en la formula siguiente:

Ecuación 8: *Cálculo de la resistencia a la compresión*

$$F_c = \frac{4P}{\pi d^2}$$

F_c = Resistencia a la compresión

P = Carga maxima durante el ensayo

d = Diametro promedio de la seccion transversal de los cilindros de concreto

c. Modulo de Elasticidad (ASTM C 469)

Es la relación existente entre el esfuerzo al que es sometido una muestra de concreto y su respectiva deformación unitaria.

Materiales y Equipos

- Cilindros de concreto
- Máquina de carga.

- Compresómetro

Procedimiento

- Antes de ejecutar el ensayo se midió el diámetro y longitud del cilíndrico de concreto de se desea evaluar.
- Se colocó el cilindro de concreto en un compresómetro-extensómetro (ajustando sus diales) y de esta manera medir su deformación.
- Una vez colocado el cilindro de concreto en el compresómetro-extensómetro, se realizó una carga inicial para verificar su correcta operación.
- Se realizó por segunda vez el procedimiento anterior y luego se midió la deformación del concreto de manera continua, cuyos datos permitieron obtener una curva esfuerzo- deformación. También, es posible realizar una única medida, hasta las 50 millonésimas de deformación y resistencia del 40%.
- Se anotó los valores obtenidos de la deformación transversal en los respectivos puntos de medición del módulo de elasticidad, si fuese necesario para calcular el módulo de Poisson.
- Finalmente, se calculó el módulo de elasticidad con los datos obtenidos.

d. Temperatura del concreto fresco (ASTM C 1064)

La temperatura de la mezcla del concreto influye en la velocidad de hidratación del concreto, lo que puede ocasionar problemas de secado y contracción del concreto de manera excesiva.

Materiales y Equipos

- Recipiente.

- Medidor de temperatura (dispositivo con aproximación de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$)
- Medidor de temperatura de referencia (dispositivo con aproximación de $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$).

Procedimiento

- El medidor de temperatura fue sumergido en el concreto recién mezclado a una altura de 75 mm (3 pulg).
- Al momento de introducir el medidor de temperatura se hizo presión de manera suave alrededor de la superficie para cerrar los espacios vacíos, también, se evitó que la temperatura del ambiente influya en la medición.
- El medidor de temperatura permaneció dentro de la mezcla de concreto durante de 2 a 5 minutos.
- Finalmente, se realizó la lectura de la medición de temperatura con aproximación de 0.5°C (1°F), evitando retirar el medidor del concreto.

e. Asentamiento de concreto (ASTM C-143)

Se realiza fijando una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, o cono de Abrams, luego se mide el asentamiento del concreto cuando este haya sido desmoldado.

Materiales

- Molde de metal cónico.
- Varilla apisonadora de acero
- Dispositivo de medición
- Cucharón.
- Muestra de concreto

Procedimiento

- Se usó un molde completamente húmedo y fue ubicado en una superficie, húmeda, plana y resistente.
- Se llenó el molde con la muestra de concreto en tres capas, las cuales tuvieron con un tercio del volumen (altura de 65 mm) del molde.
- Fue compactada cada capa de manera homogénea aplicando 25 golpes con una varilla. En la capa más cercana al fondo del molde se empezó con golpes alrededor del perímetro, hasta llegar al centro con golpes en forma vertical y espiral.
- El molde fue llenado completamente con concreto, sin algún vacío en su superficie.
- Se compactó cada una de las capas en todo su grosor penetrando lentamente con la varilla la capa inferior.
- Al terminar de compactar todas las capas, se niveló la superficie del concreto a la altura del molde, luego fue retirado con cuidado de forma vertical y uniforme, en un tiempo de 5 a 10 s.
- Desde el momento en el que el concreto fue llenado en el molde hasta que este fue retirado, se realizó en un tiempo de 2 min 30 s.
- Para realizar la prueba fue necesario empezar en un tiempo no mayor de 5 min, una vez seleccionada la muestra.
- Se procedió a obtener el asentamiento mediante la diferencia entre la altura del molde y la altura de la concreto, medido desde el centro de la base superior.
- Es necesario repetir el ensayo si se origina un desprendimiento de concreto hacia algún lado.

- Si después de realizar dos pruebas de manera consecutiva, se obtiene un mismo resultado, entonces el concreto no tiene la plasticidad y cohesión que se requiere.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Influencia del agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión

En la tabla 4, se muestran los resultados de la resistencia a la compresión (kg/cm^2) de las probetas (tratamientos) de concreto con las diferentes dosificaciones de agregado grueso reciclado (20%, 25% y 30%), incluido la muestra patrón (0 % de agregado grueso), y a diferentes días de ensayo (1, 3, 7 y 28 días).

Tabla 4

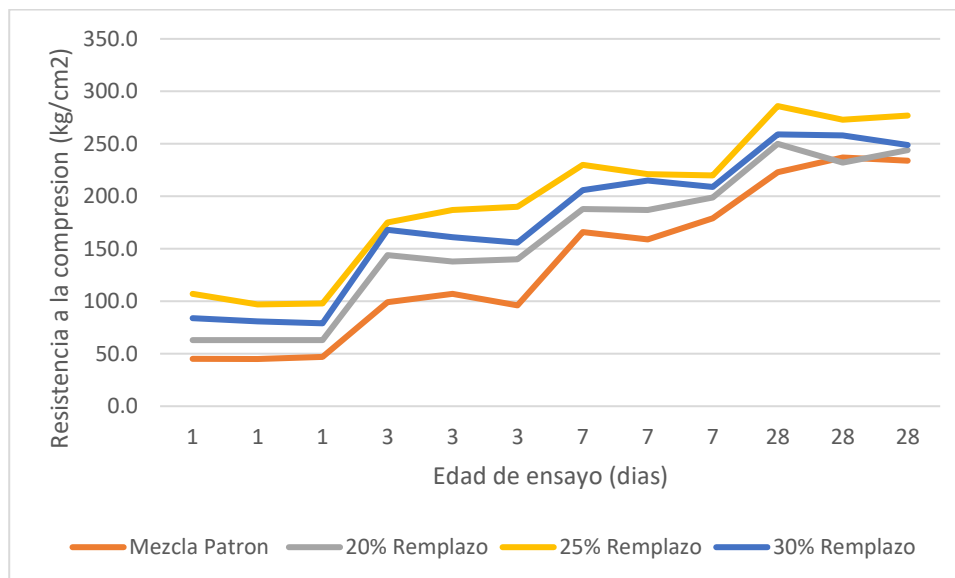
Resultados de la resistencia a la compresión (kg/cm^2) de las probetas de concreto

Edad de ensayo (días)	Mezcla Patrón	20% Reemplazo	25% Reemplazo	30% Reemplazo
1	45.2	63.0	107.0	84.0
1	45.0	63.0	97.0	81.0
1	47.0	63.0	98.0	79.0
3	99.0	144.0	175.0	168.0
3	107.0	138.0	187.0	161.0
3	96.0	140.0	190.0	156.0
7	166.0	188.0	230.0	206.0
7	159.0	187.0	221.0	215.0
7	179.0	199.0	220.0	209.0
28	223.0	250.0	286.0	259.0
28	237.0	232.0	273.0	258.0
28	234.0	244.0	277.0	249.0

En la figura 2 se muestra como la resistencia a la compresión de las probetas de concreto con todas las dosificaciones ensayadas va aumentando conforme va pasando los días, donde se puede observar que el concreto con 25 % de reemplazo con agregado reciclado es la que obtuvo la mayor resistencia de compresión.

Figura 2

Gráfico de la resistencia a la compresión de las probetas de concreto en los diferentes días de ensayo



Según la tabla de ANOVA, la cual se muestra en el anexo I (tabla 14), existe diferencia significativa ($P < 0.05$) en al menos un par de tratamientos (probetas) evaluados, respecto los datos obtenidos de la resistencia a la compresión, con un nivel de significancia del 95.0%.

En la tabla 5, se observa los resultados promedios de la resistencia a la compresión de las probetas de concreto con los diferentes tratamientos, y a diferentes días de ensayos. En la figura 3 del gráfico de medias, se puede ver claramente que el tratamiento 2 (25% de agregado grueso reciclado) es el que obtuvo la mayor resistencia a la compresión (196.75 kg/cm^2), y presenta diferencia significativa con los demás tratamientos.

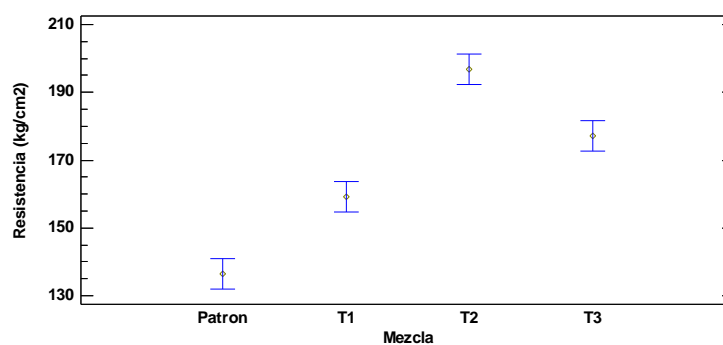
Tabla 5

Tabla de medias de la resistencia a la compresión (kg/cm²) de las probetas de concreto

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	48	167.375			
Mezcla					
Patrón	12	136.417	2.3633	131.644	141.189
T1	12	159.25	2.3633	154.477	164.023
T2	12	196.75	2.3633	191.977	201.523
T3	12	177.083	2.3633	172.311	181.856
Edad de ensayo (días)					
1	12	72.6667	2.3633	67.8939	77.4395
3	12	146.75	2.3633	141.977	151.523
7	12	198.25	2.3633	193.477	203.023
28	12	251.833	2.3633	247.061	256.606

Figura 3

Gráfico de medias de la resistencia de las probetas de concreto con los diferentes tratamientos



A continuación, también se muestran los resultados de otras variables que el autor busco tener un control.

En la tabla 6, se muestran los resultados del diámetro promedio (cm) de la probeta de concreto con las diferentes dosificaciones de agregado grueso reciclado, incluido la muestra patrón, y a diferentes días de ensayo.

Tabla 6

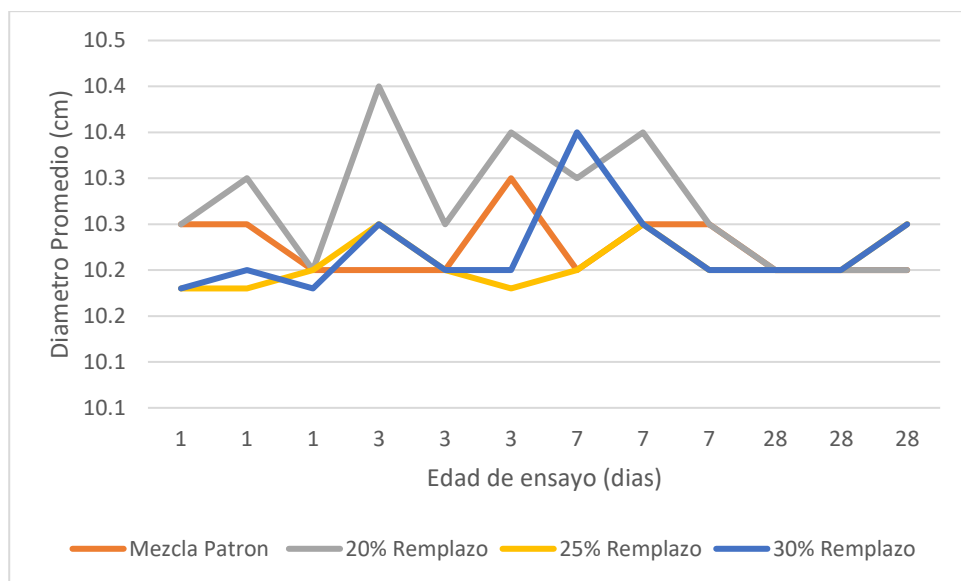
Resultados del diámetro promedio (cm) de la probeta de concreto

Edad de ensayo (días)	Mezcla Patrón	20% Reemplazo	25% Reemplazo	30% Reemplazo
1	10.3	10.3	10.2	10.2
1	10.3	10.3	10.2	10.2
1	10.2	10.2	10.2	10.2
3	10.2	10.4	10.3	10.3
3	10.2	10.3	10.2	10.2
3	10.3	10.4	10.2	10.2
7	10.2	10.3	10.2	10.4
7	10.3	10.4	10.3	10.3
7	10.3	10.3	10.2	10.2
28	10.2	10.2	10.2	10.2
28	10.2	10.2	10.2	10.2
28	10.2	10.2	10.3	10.3

En la figura 4 se muestra el diámetro promedio de las probetas de concreto con todas las dosificaciones ensayadas durante los diferentes días de ensayo, donde se puede observar que la probeta de concreto con 20 % de reemplazo con agregado reciclado es la que obtuvo el mayor diámetro promedio.

Figura 4

Gráfico del diámetro promedio de las probetas de concreto en los diferentes días de ensayo



Según la tabla de ANOVA, la cual se muestra en el anexo I (tabla 15), existe diferencia significativa ($P < 0.05$) en al menos un par de tratamientos evaluados, respecto a los valores del diámetro promedio, con un nivel de significancia del 95.0%.

En la tabla 7, se observa los resultados del diámetro promedio de las probetas de concreto con los diferentes tratamientos, y a diferentes días de ensayos. En la figura 5 del gráfico de medias, se puede ver que el tratamiento 2 (25% de agregado grueso reciclado) que mayor resistencia a la compresión tiene, no presenta diferencias significativas de diámetro respecto al tratamiento patrón. Es decir, el diámetro no fue una variable que influyó en que el tratamiento 2 tenga mayor resistencia a la compresión respecto al tratamiento patrón.

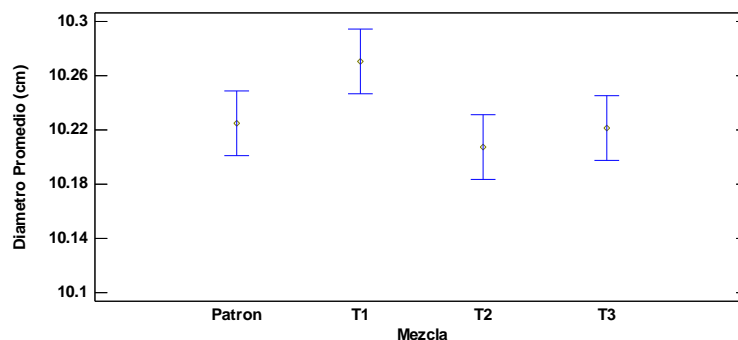
Tabla 7

Tabla de medias del diámetro promedio (cm) de las probetas de concreto

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	48	10.2312			
Mezcla					
Patrón	12	10.225	0.0126214	10.1995	10.2505
T1	12	10.2708	0.0126214	10.2453	10.2963
T2	12	10.2075	0.0126214	10.182	10.233
T3	12	10.2217	0.0126214	10.1962	10.2472
Edad de ensayo (días)					
1	12	10.2142	0.0126214	10.1887	10.2397
3	12	10.2483	0.0126214	10.2228	10.2738
7	12	10.2542	0.0126214	10.2287	10.2797
28	12	10.2083	0.0126214	10.1828	10.2338

Figura 5

Gráfico de medias *del diámetro promedio de las probetas de concreto*



En la tabla 8, se muestran los resultados del área sección (cm^2) de las probetas (tratamientos) de concreto con las diferentes dosificaciones de agregado grueso reciclado, incluido la muestra patrón, y a diferentes días de ensayo.

Tabla 8

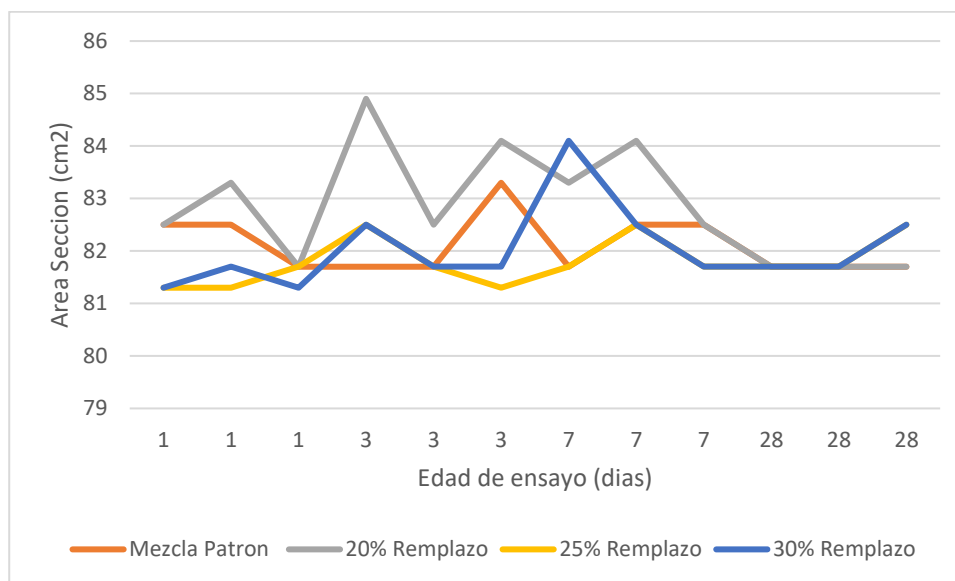
Resultados del área sección (cm^2) de la probeta de concreto

Edad de ensayo (días)	Mezcla Patrón	20% Remplazo	25% Remplazo	30% Remplazo
1	82.5	82.5	81.3	81.3
1	82.5	83.3	81.3	81.7
1	81.7	81.7	81.7	81.3
3	81.7	84.9	82.5	82.5
3	81.7	82.5	81.7	81.7
3	83.3	84.1	81.3	81.7
7	81.7	83.3	81.7	84.1
7	82.5	84.1	82.5	82.5
7	82.5	82.5	81.7	81.7
28	81.7	81.7	81.7	81.7
28	81.7	81.7	81.7	81.7
28	81.7	81.7	82.5	82.5

En la figura 6 se muestra el área sección de las probetas de concreto con todas las dosificaciones ensayadas durante los diferentes días de ensayo, donde se puede observar que la probeta de concreto con 20 % de remplazo con agregado reciclado es la que obtuvo la mayor área de sección.

Figura 6

Gráfico del área sección de las probetas de concreto en los diferentes días de ensayo



Según la tabla de ANOVA, la cual se muestra en el anexo I (tabla 16), existe diferencia significativa ($P < 0.05$) en al menos un par de tratamientos evaluados, respecto a los valores del área de sección, con un nivel de significancia del 95.0%.

En la tabla 9, se observa los resultados del área sección de las probetas de concreto con los diferentes tratamientos, y a diferentes días de ensayos. En la figura 7 del gráfico de medias, se puede ver que el tratamiento 2 (25% de agregado grueso reciclado) que mayor resistencia a la compresión tiene, no presenta diferencias significativas de diámetro respecto al tratamiento patrón. Es decir, el diámetro no fue una variable que influyó en que el tratamiento 2 tenga mayor resistencia a la compresión respecto al tratamiento patrón.

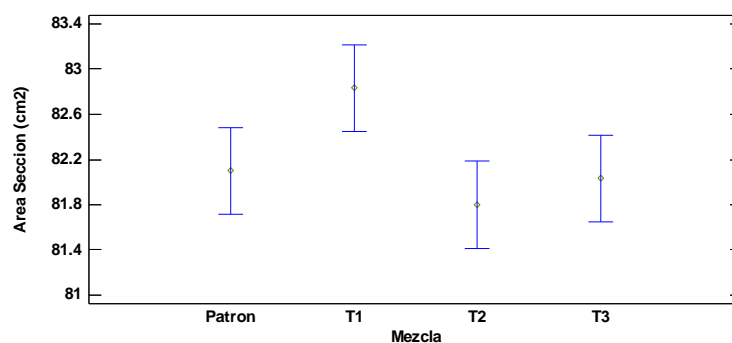
Tabla 9

Tabla de medias del área sección (cm²) de las probetas de concreto

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	48	82.1917			
Mezcla					
Patrón	12	82.1	0.203509	81.689	82.511
T1	12	82.8333	0.203509	82.4223	83.2443
T2	12	81.8	0.203509	81.389	82.211
T3	12	82.0333	0.203509	81.6223	82.4443
Edad de ensayo (días)					
1	12	81.9	0.203509	81.489	82.311
3	12	82.4667	0.203509	82.0557	82.8777
7	12	82.5667	0.203509	82.1557	82.9777
28	12	81.8333	0.203509	81.4223	82.2443

Figura 7

Gráfico de medias del área sección de las probetas de concreto



En la tabla 10, se muestran los resultados de la carga máxima (KN) de las probetas de concreto con las diferentes dosificaciones de agregado grueso reciclado, incluido la muestra patrón, y a diferentes días de ensayo.

Tabla 10

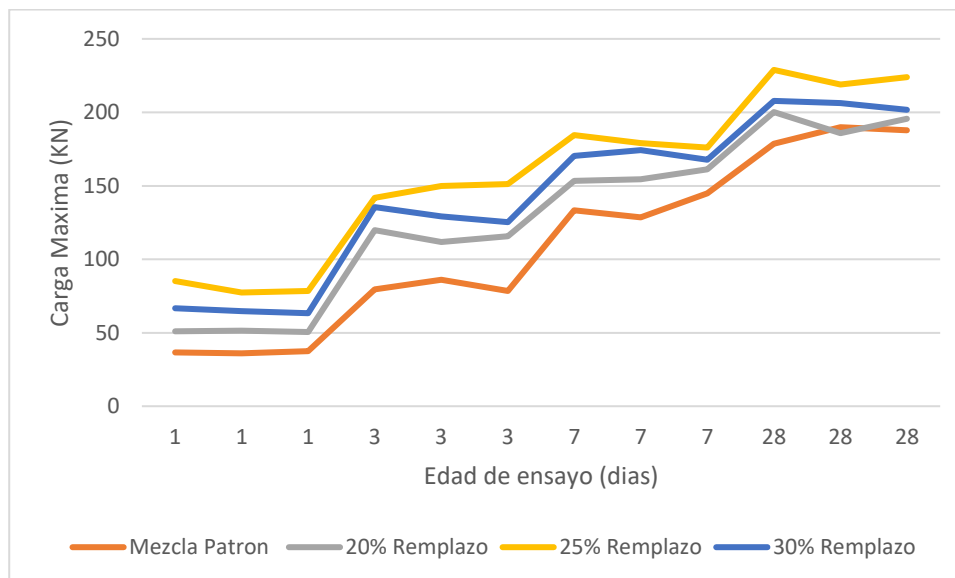
Resultados de la carga máxima (KN) de la probeta de concreto

Edad de ensayo (días)	Mezcla Patrón	20% Reemplazo	25% Reemplazo	30% Reemplazo
1	36.6	51.1	85.2	66.6
1	36	51.5	77.4	64.8
1	37.6	50.5	78.4	63.3
3	79.5	119.9	141.9	135.6
3	86	111.7	149.9	129.2
3	78.5	115.7	151.2	125.3
7	133.3	153.4	184.6	170.3
7	128.5	154.4	179	174.3
7	144.8	161.3	176	167.7
28	178.7	200.2	228.9	207.8
28	189.9	185.9	219	206.4
28	187.8	195.7	223.9	201.8

En la figura 8 se muestra la carga máxima de las probetas de concreto con todas las dosificaciones ensayadas durante los diferentes días de ensayo, donde se puede observar que la probeta de concreto con 25 % de reemplazo con agregado reciclado es la que obtuvo la mayor carga máxima.

Figura 8

Gráfico de la carga máxima de las probetas de concreto en los diferentes días de ensayo



Según la tabla de ANOVA, la cual se muestra en el anexo I (tabla 17), existe diferencia significativa ($P < 0.05$) en al menos un par de tratamientos (probetas) evaluados respecto a los valores de la carga máxima, con un nivel de significancia del 95.0%.

En la tabla 11, se observa los resultados de la carga máxima de las probetas de concreto con los diferentes tratamientos, y a diferentes días de ensayos. En la figura 9 del gráfico de medias, se puede ver que el tratamiento 2 (25 % de agregado grueso reciclado) es el que obtuvo la mayor carga máxima (157.95 KN), y presenta diferencia significativa con el T2, T3 y la muestra patrón.

Tabla 11

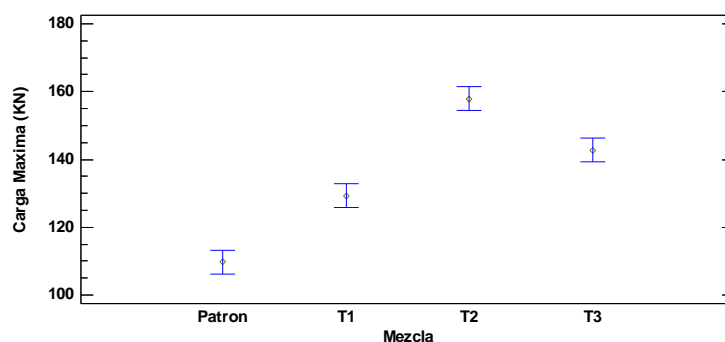
Tabla de medias de la carga máxima (KN) de la probeta de concreto

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	48	134.938			
Mezccla					
Patrón	12	109.767	1.87755	105.975	113.558

T1	12	129.275	1.87755	125.483	133.067
T2	12	157.95	1.87755	154.158	161.742
T3	12	142.758	1.87755	138.967	146.55
Edad de ensayo (días)					
1	12	58.25	1.87755	54.4582	62.0418
3	12	118.7	1.87755	114.908	122.492
7	12	160.633	1.87755	156.842	164.425
28	12	202.167	1.87755	198.375	205.958

Figura 9

Gráfico de medias de la carga máxima de la probeta de concreto



En la tabla 12, se muestran los resultados del tipo de fractura de las probetas de concreto con las diferentes dosificaciones de agregado grueso reciclado, incluido la muestra patrón, y a diferentes días de ensayo.

Tabla 12

Resultados del tipo de fractura de la probeta de concreto

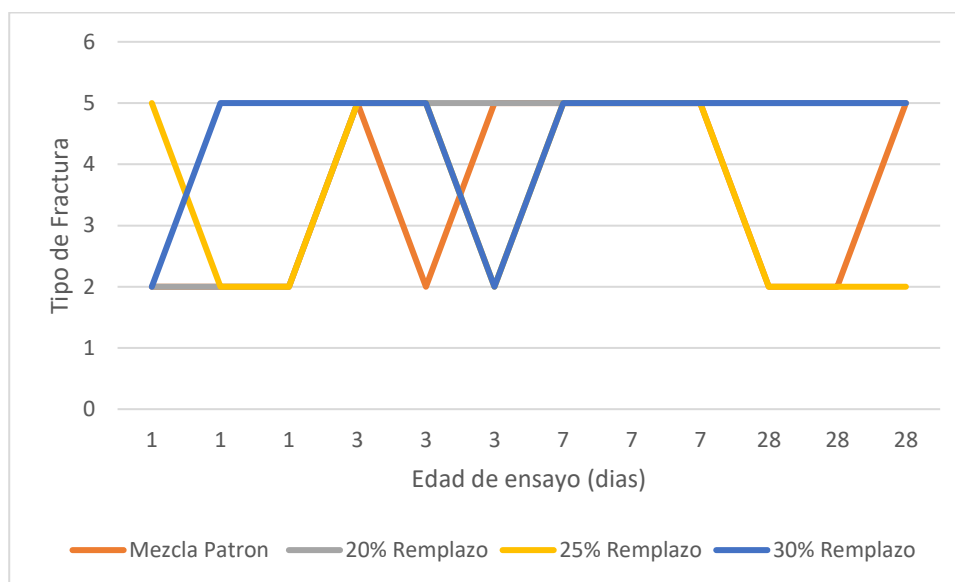
Edad de ensayo (días)	Mezcla Patrón	20% Reemplazo	25% Reemplazo	30% Reemplazo
1	2	2	5	2
1	2	2	2	5
1	2	2	2	5
3	5	5	5	5
3	2	5	5	5
3	5	5	2	2
7	5	5	5	5
7	5	5	5	5
7	5	5	5	5
28	2	5	2	5

28	2	5	2	5
28	5	5	2	5

En la figura 10 se muestra el tipo de fractura de las probetas de concreto con todas las dosificaciones ensayadas durante los diferentes días de ensayo, donde se puede observar que la probeta de concreto con 30 % de reemplazo con agregado reciclado es la que obtuvo la mayor fractura.

Figura 10

Gráfico del tipo de fractura de las probetas de concreto en los diferentes días de ensayo



Según la tabla de ANOVA, la cual se muestra en el anexo I (tabla 18), existe diferencia significativa ($P < 0.05$) en al menos un par de tratamientos evaluados, respecto al tipo de fractura, con un nivel de significancia del 95.0%.

En la tabla 13, se observa los resultados del tipo de fractura de las probetas de concreto con los diferentes tratamientos, y a diferentes días de ensayos. En la figura 11

del gráfico de medias, se puede ver que el tratamiento 1 y 3 (20 % y 30 % de agregado grueso reciclado) son los que obtuvieron la mayor fractura (4.25 y 4.5 respectivamente), sin embargo, no presenta diferencia significativa con el T2 y la muestra patrón

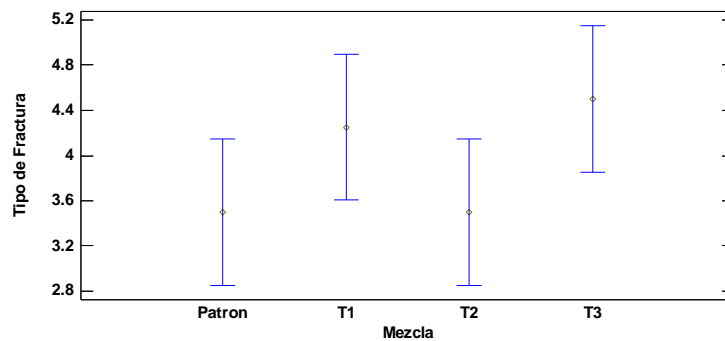
Tabla 13

Tabla de medias del tipo de fractura de la probeta de concreto

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	48	3.9375			
Mezcla					
Patrón	12	3.5	0.340932	2.81147	4.18853
T1	12	4.25	0.340932	3.56147	4.93853
T2	12	3.5	0.340932	2.81147	4.18853
T3	12	4.5	0.340932	3.81147	5.18853
Edad de ensayo (días)					
1	12	2.75	0.340932	2.06147	3.43853
3	12	4.25	0.340932	3.56147	4.93853
7	12	5.0	0.340932	4.31147	5.68853
28	12	3.75	0.340932	3.06147	4.43853

Figura 11

Gráfico de medias del tipo de fractura de la probeta de concreto



3.2. influencia del agregado grueso reciclado en el módulo de elasticidad estático

En la tabla 14, se muestran los resultados del esfuerzo (MPa) y la deformación Unitaria (mm/mm) de las probetas (tratamientos) de concreto con la muestra patrón (0 % de agregado grueso reciclado). Además, en la figura 12 se muestra la gráfica del módulo elástico estático de la probeta con la muestra patrón, y como esta se comporta de acuerdo a los resultados de la tabla anterior.

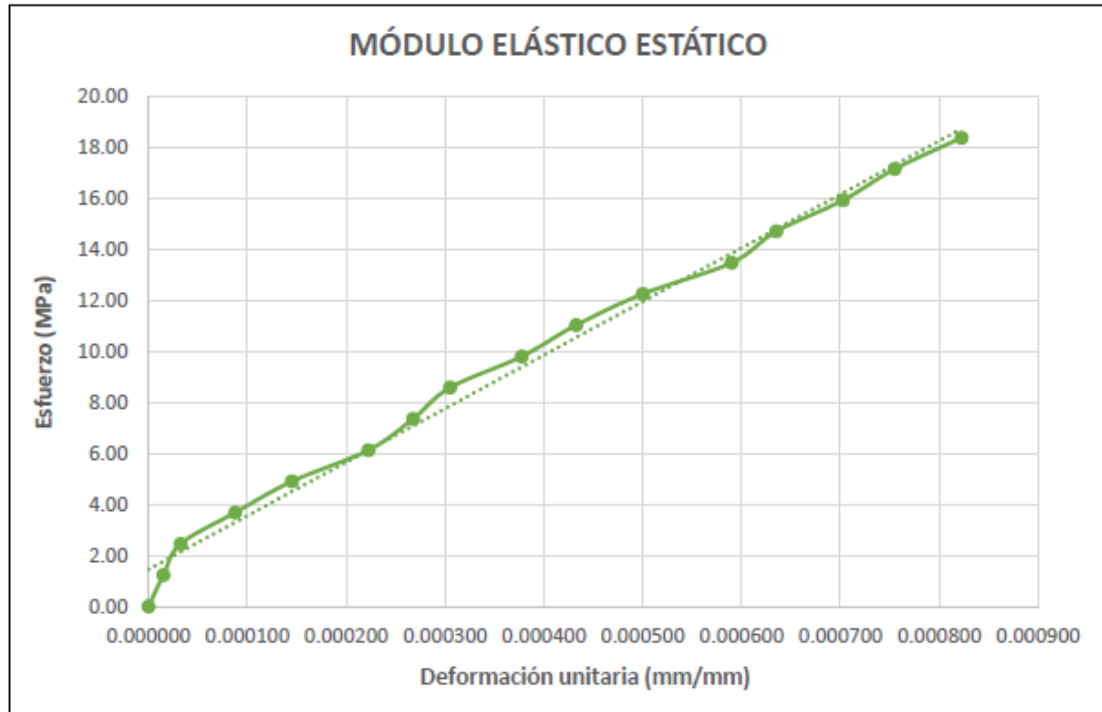
Tabla 14

Resultados del módulo de elasticidad (Mpa) de la probeta de concreto con la muestra patrón

Esfuerzo (MPa)	Deformación Unitaria (mm/mm)
0.00	0.000000
1.22	0.000015
2.45	0.000033
3.67	0.000088
4.90	0.000145
6.12	0.000223
7.34	0.000268
8.57	0.000305
9.79	0.000378
11.01	0.000433
12.24	0.000500
13.46	0.000590
14.69	0.000635
15.91	0.000703
17.13	0.000755
18.36	0.000823

Figura 12

Gráfico del módulo elástico estático de la probeta con la muestra patrón



En la tabla 15, se especifica los resultados del esfuerzo (MPa) y la deformación Unitaria (mm/mm) de las probetas (tratamientos) de concreto con el tratamiento 1 (20 % de agregado grueso reciclado). Además, en la figura 13 se muestra la gráfica del módulo elástico estático de la probeta con la muestra patrón, y como esta se comporta de acuerdo a los resultados de la tabla anterior.

Tabla 15

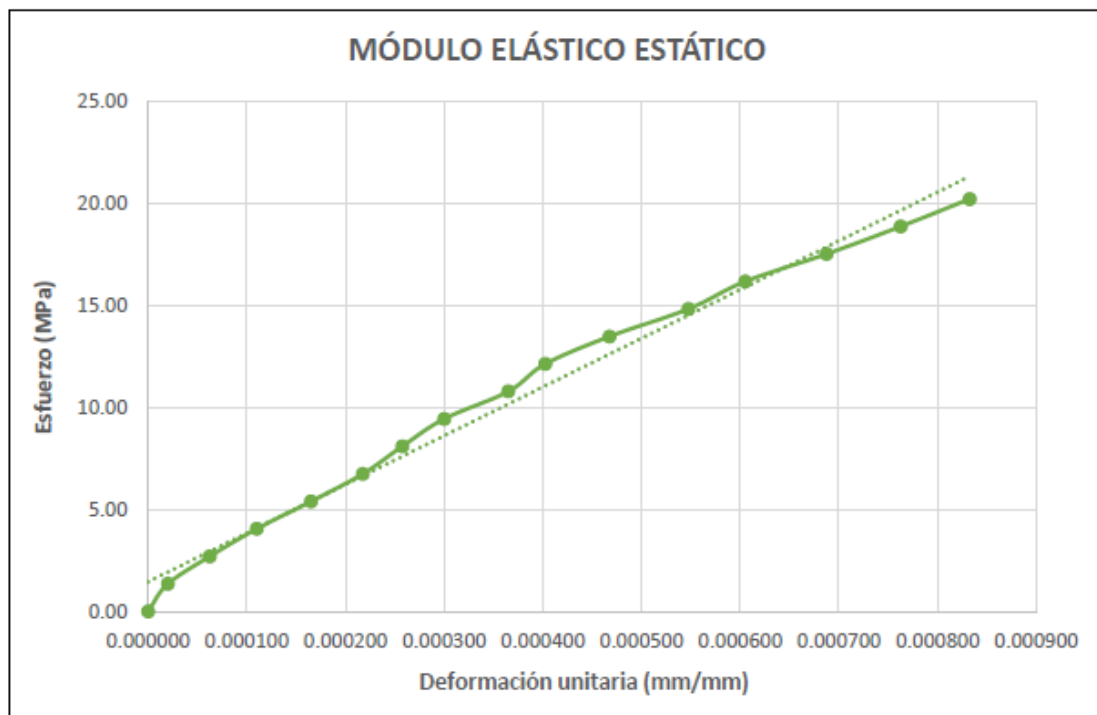
Resultados del módulo de elasticidad (Mpa) de la probeta de concreto con el T1

Esfuerzo (MPa)	Deformación Unitaria (mm/mm)
0.00	0.000000
1.35	0.000020
2.69	0.000063
4.04	0.000110
5.38	0.000165

6.73	0.000218
8.08	0.000258
9.42	0.000300
10.77	0.000365
12.12	0.000403
13.46	0.000468
14.81	0.000548
16.15	0.000605
17.50	0.000688
18.85	0.000763
20.19	0.000833

Figura 13

Gráfico del módulo elástico estático de la probeta con el T1



En la tabla 16, se especifica los resultados del esfuerzo (MPa) y la deformación Unitaria (mm/mm) de las probetas (tratamientos) de concreto con el tratamiento 2 (25 % de agregado grueso reciclado). Además, en la figura 14 se muestra la gráfica del

módulo elástico estático de la probeta con la muestra patrón, y como esta se comporta de acuerdo a los resultados de la tabla anterior.

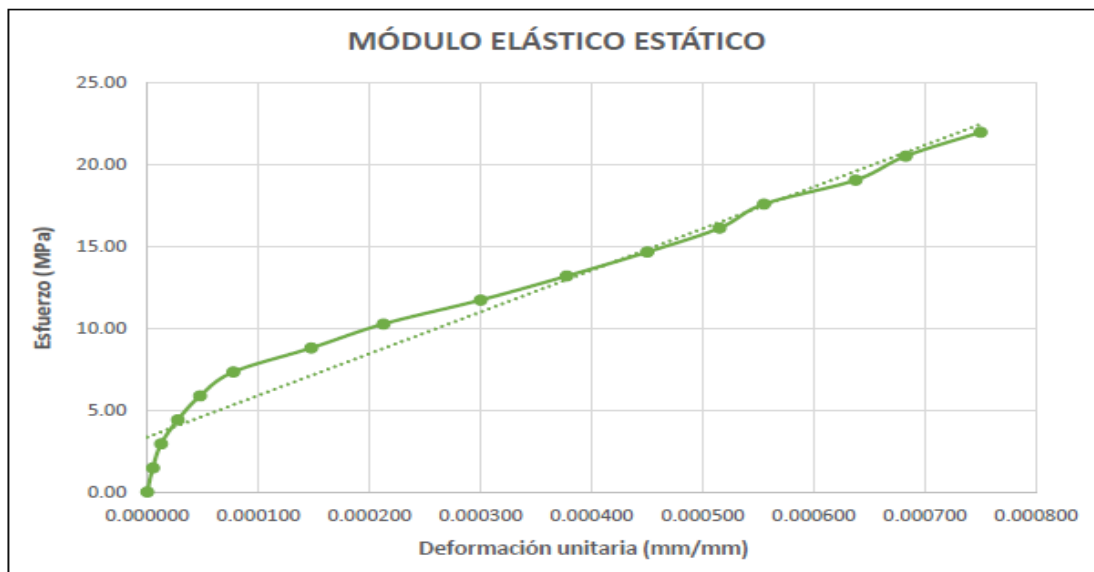
Tabla 16

Resultados del módulo de elasticidad (Mpa) de la probeta con el T2

Esfuerzo (MPa)	Deformación Unitaria (mm/mm)
0.00	0.000000
1.46	0.000005
2.93	0.000013
4.39	0.000028
5.85	0.000048
7.32	0.000078
8.78	0.000148
10.25	0.000213
11.71	0.000300
13.17	0.000378
14.64	0.000450
16.10	0.000515
17.56	0.000555
19.03	0.000638
20.49	0.000683
21.96	0.000750

Figura 14

Gráfico del módulo elástico estático de la probeta de concreto con el T2



En la tabla 17, se especifica los resultados del esfuerzo (MPa) y la deformación Unitaria (mm/mm) de las probetas (tratamientos) de concreto con el tratamiento 3 (30 % de agregado grueso reciclado). Además, en la figura 15 se muestra la gráfica del módulo elástico estático de la probeta con la muestra patrón, y como esta se comporta de acuerdo a los resultados de la tabla anterior.

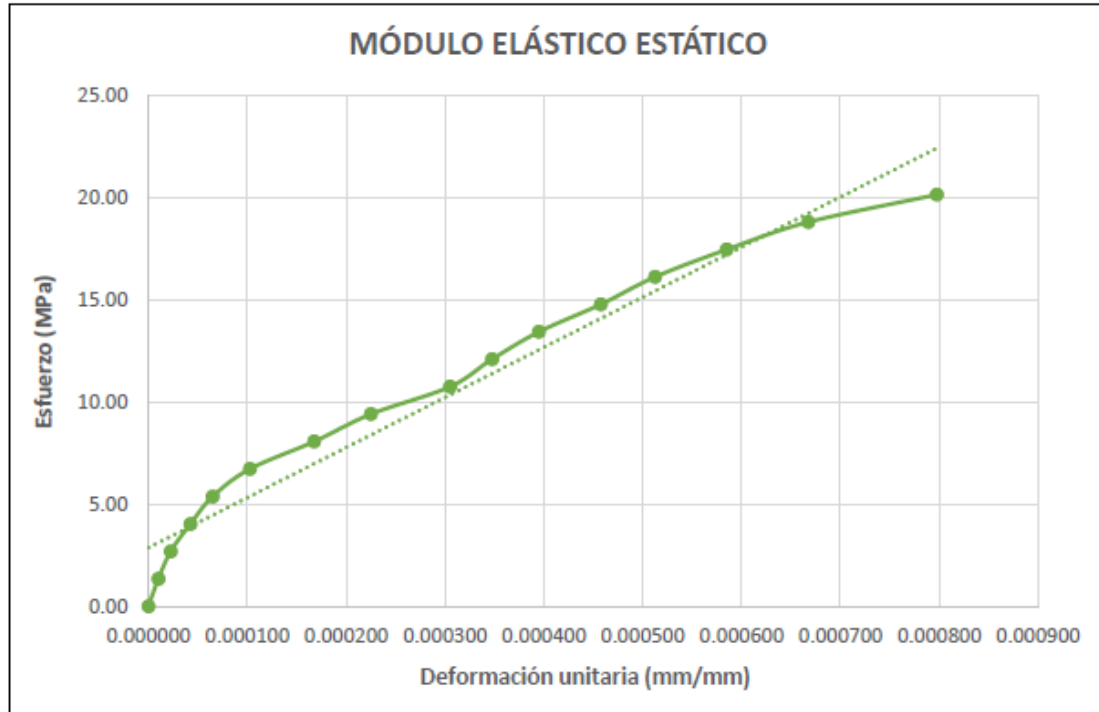
Tabla 17

Resultados del módulo de elasticidad (Mpa) de la probeta con el T3

Esfuerzo (MPa)	Deformación Unitaria (mm/mm)
0.00	0.000000
1.34	0.000010
2.68	0.000023
4.03	0.000043
5.37	0.000065
6.71	0.000103
8.05	0.000168
9.39	0.000225
10.73	0.000305
12.08	0.000348
13.42	0.000395
14.76	0.000458
16.10	0.000513
17.44	0.000585
18.78	0.000668
20.13	0.000798

Figura 15

Gráfico del módulo elástico estático de la probeta de concreto con el T3



En la tabla 18, se especifica los resultados promedio y desviación estándar del módulo de elasticidad (Mpa) de las probetas (tratamientos) de concreto con las diferentes dosificaciones de agregado grueso reciclado (20%, 25% y 30%), incluido la muestra patrón (0 % de agregado grueso).

Tabla 18

Resultados del módulo de elasticidad (Mpa) de las probetas de concreto

Repeticiones	Mezcla Patrón	20% Reemplazo	25% Reemplazo	30% Reemplazo
1	20984	23848	25461	24496
2	20984	23848	25461	24496
3	20984	23848	25461	24496
Promedio/desviación estándar	20984 ±0.00	23848 ±0.00	25461 ±0.00	24496 ±0.00

Según la tabla de ANOVA, la cual se muestra en la tabla 19, existe una diferencia significativa ($P < 0.05$) en al menos un par de tratamientos evaluados, respecto al módulo de elasticidad con los diferentes tratamientos, con un nivel de significancia del 95.0%.

Tabla 19

Análisis de Varianza para módulo de elasticidad (Mpa)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3.33998E7	3	1.11333E7		0.000
Intra grupos	0	8	0		
Total (Corr.)	3.33998E7	11			

En la tabla 20, de la prueba de tukey, se observa que existe diferencia significativa en todos los pares de tratamientos ensayados con respecto al módulo de elasticidad. En la figura 16 del gráfico de medias, se puede ver que el tratamiento 2 (25 % de agregado grueso reciclado) es el que obtuvo el mayor módulo de elasticidad (25461 MPa) y presenta diferencia significativa con el T1, T3 y la muestra patrón

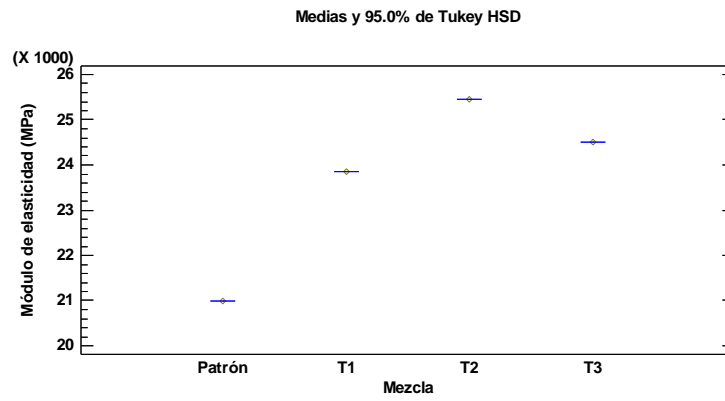
Tabla 20

Tabla de medias del módulo de elasticidad

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Patrón - T1	*	-2864.0	0
Patrón - T2	*	-4477.0	0
Patrón - T3	*	-3512.0	0
T1 - T2	*	-1613.0	0
T1 - T3	*	-648.0	0
T2 - T3	*	965.0	0

Figura 16

Gráfico de medias del módulo de elasticidad con los diferentes tratamientos



CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las probetas elaboradas con agregado grueso reciclado presentaron mayor resistencia a la compresión, en comparación a la muestra patrón (0% de agregado grueso reciclado), siendo mucho mayor en el tratamiento 2 (25% de agregado grueso reciclado), con 196.75 kg/cm^2 de resistencia a la compresión, presentando diferencia significativa con los demás tratamientos. Estos resultados son similares a lo encontrado por Gutierrez, Mugaray y Hallack, (2015), donde observó que al agregar 30 % de agregado grueso reciclado a las probetas, se logra una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 , y algunas probetas alcanzaron hasta 300 kg/cm^2 , a los 28 días.

Aguilar (2019), en su estudio elaboró probetas de concreto adicionando agregado reciclado en diferentes proporciones 25, 50, 75 y 100 %, obteniendo una resistencia a la compresión de 230.22 kg/cm^2 , 220.29 kg/cm^2 , 200.52 y 193.27 kg/cm^2 respectivamente a los 28 días de ensayo, cuyos resultados son similares con este estudio.

En un estudio realizado por Bedoya y Dzul (2015), observaron que agregar a la mezcla de concreto 25% agregados reciclados (AR) obtuvieron una resistencia a la compresión de 233.62 kg/cm^2 . Además, también se pudo observar que al agregar 50% y 100 % de AR obtuvieron 227.19 kg/cm^2 y 227.70 kg/cm^2 respectivamente a los 28 días de ensayo, cuyos resultados son ligeramente mayores a los encontrado en esta investigación.

Chumpitaz (2019), en su estudio elaboró probetas de concreto adicionando agregado reciclado, y probando diferentes formulaciones de 20, 30 y 40 % de AR, obteniendo una resistencia a la compresión de 349.50 kg/cm^2 , 359.85 kg/cm^2 y 328.95

kg/cm² respectivamente a los 28 días de ensayo, resultados bastante mayores a lo encontrado en este estudio.

En un estudio realizado por Huillca y Quispe (2023), evaluaron la adición del 30%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado para la elaboración de concreto (RCAC), obteniendo en promedio una resistencia a la compresión de 294 kg/cm², 259 kg/cm² y 241 kg/cm² respectivamente a los 28 días de ensayo, resultados también muchos mayores a lo encontrado en esta investigación.

Agreda y Moncada (2015) ensayaron porcentajes de reemplazo de 25%, 50% y 70% de agregado grueso reciclado, obteniendo una resistencia a la compresión a los 21 días de ensayo de 287.87 kg/cm², 299.00 kg/cm² y 349.09 kg/cm² respectivamente, resultados mayores a lo encontrado en este estudio.

San Martín (2019) para la elaboración de especímenes de concreto evaluaron cuatro proporciones de agregado grueso (30%, 50%, 70% y 100%), donde la resistencia a la compresión fue de 304.82 kg/cm², 272.44kg/cm², 306.28 kg/cm² y 285.77 kg/cm², respectivamente a los 28 días, resultados mayores a lo encontrado en este estudio.

En la investigación de Medina (2022), se evaluó la sustitución de agregado grueso reciclado en un 25%, 50% y 75% en la obtención de prototipos de concreto, donde la resistencia a la compresión a los 28 días de ensayo fue de 293.84 kg/cm², 275.53 kg/cm² y 253.77 kg/cm², respectivamente, cuyos resultados son mayores a lo encontrado en este estudio.

En este estudio, el tratamiento 2 (25% de agregado grueso reciclado) es el que obtuvo el mayor módulo de elasticidad (25461.0 MPa), y presenta diferencia significativa con los demás tratamientos.

Alape y Santos (2020) utilizaron proporciones de 50%, 75% y 100% de grueso reciclado en la obtención de concreto, cuyo módulo de elasticidad promedio fue de 3776.06 MPa, 3267.28 MPa y 2673.67 MPa, respetivamente a los 28 días de ensayo, resultados mucho menores a lo encontrado en esta investigación.

Villacrés (2023) en su investigación elaboró probetas de concreto con 100 % de agregado grueso de material reciclado, obteniendo un valor promedio de módulo de elasticidad de 18180.4Mpa, a los 28 días de ensayo, resultado menor a lo encontrado en este estudio.

Vega (2019) observó que al agregar 33% de agregado grueso reciclado a las probetas de concreto a los 28 días, se alcanzó un módulo de elasticidad de 22248.71Mpa, cuyo valor es menor a lo encontrado en esta investigación.

En la investigación de Martínez (2020), se realizaron 6 diseños de mezclas con proporciones de 15%, 25% y 50% de reemplazo de agregado grueso reciclado, obteniendo un módulo de elasticidad a los 28 días de ensayo de 18829.09 Mpa, 18869.67 Mpa y 18461.05 Mpa, respectivamente, resultados menores a lo encontrado en este estudio. Así, también, respecto al efecto de la sustitución de agregado grueso reciclado en el módulo de elasticidad, Moreno et al. (2019), menciona que el módulo de elasticidad del concreto reciclado es particularmente menor en comparación a los concretos convencionales.

A partir de los resultados y las respectivas discusiones en los apartados anteriores, se pudo comprobar las hipótesis de investigación planteadas.

La resistencia a la compresión del concreto no aumentará a media que se eleve el porcentaje de reemplazo de agregado reciclado.

El módulo de elasticidad de concretos reciclados no disminuye en comparación a los concretos elaborados con agregados naturales a mayor sea el porcentaje de reemplazo agregado en la mezcla.

Limitaciones

El factor tiempo fue una de la limitación que se presentó en esta investigación para medir la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad, ya que se deben considerar varias semanas antes de poder obtener resultados significativos.

Otra de las limitaciones fueron los gastos significativos para realizar los ensayos a la compresión, módulo de elasticidad, y mano de obra para la obtención de los agregados reciclados.

Implicancias

Este estudio promueve una mejor aceptación del uso de agregado reciclado grueso en la elaboración de concreto para el diseño de diferentes estructuras y así dar un valor agregado en la producción de este material.

Mediante los resultados obtenidos con respecto a los ensayos de la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático en el concreto elaborado se demuestran que es una opción viable ser utilizado en la elaboración del concreto en el área de la construcción.

Conclusiones:

Se determinó la influencia significativa ($p=0.000$) de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión en concretos convencionales, Trujillo 2023.

Se logró diseñar mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ convencional con relación a/c 0.45 y la cantidad de agregado grueso reciclado en 20%, 25% y 30% en Trujillo, 2023. Donde la mezcla estuvo conformada por 387 kg/cm^3 de cemento, 216 kg/cm^3 de agua, 467 kg/cm^3 agregado fino, y 41.87 kg/cm^3 , 33.50 kg/cm^3 , 31.40 kg/cm^3 y 29.31 kg/cm^3 de agregado grueso para la mezcla patrón, T1, T2 y T3 respectivamente

Se logró determinar el porcentaje optimo del agregado grueso reciclado de rotura de probetas con 20%, 25% y 30%. El tratamiento 2 (25% de agregado grueso reciclado) es el que obtuvo la mayor resistencia a la compresión (196.75 kg/cm^2) y el mayor módulo de elasticidad (25461.0 MPa)

Se logró determinar la resistencia a la compresión a los 1, 3, 7 y 28 días con diferentes porcentajes de remplazo de agregados reciclados provenientes de roturas de probetas con agregados naturales en Trujillo, 2023. Donde la mezcla patrón obtuvo una resistencia a la compresión de 45.7 kg/cm^2 , 100.7 kg/cm^2 , 168 kg/cm^2 y 231.3 kg/cm^2 en los diferentes días de ensayo (1, 3, 7 y 28 días respectivamente). La mezcla con 20 % obtuvo una resistencia a la compresión de 63 kg/cm^2 , 140.7 kg/cm^2 , 191.3 kg/cm^2 y 242 kg/cm^2 . La mezcla con 25 % obtuvo una resistencia a la compresión de 100.7 kg/cm^2 , 184 kg/cm^2 , 223.7 kg/cm^2 y 278.7 kg/cm^2 . Finalmente, La mezcla con 30 % obtuvo una resistencia a la compresión de 81.3 kg/cm^2 , 161.7 kg/cm^2 , 210 kg/cm^2 y 255.3 kg/cm^2 en los diferentes días de ensayo.

Se logró determinar el módulo de elasticidad con las diferentes mezclas evaluadas. Donde la mezcla patrón obtuvo un módulo de elasticidad de 20984 MPa . La mezcla con 20 % obtuvo un módulo de elasticidad de 23848 MPa . La mezcla con 25 % obtuvo un módulo de resistencia de 25461 MPa . Finalmente, la mezcla con 30 % obtuvo un módulo de elasticidad de 24496 MPa .

Recomendaciones

Realizar un análisis de varios tratamientos de agregados reciclados para poder hallar el comportamiento de la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad.

Analizar la interacción suelo -estructura con el tratamiento ganador del agregado grueso reciclado para obtener el desempeño de este tipo de concreto reciclado en edificaciones.

Se recomienda para futuros investigadores diseñar diferentes resistencias del concreto con las dosificaciones de esta investigación

Para obtener más datos y un mejor análisis, se recomienda establecer un mayor porcentaje de adición de agregado grueso reciclado y analizar el comportamiento de los agregados reciclados de acuerdo a sus porcentajes de remplazo.

Referencias

- Jayasuriya, A., Chen, T., Shibata, E. & Adams, M.(2021). Development and statistical database analysis of hardened concrete properties made with recycled concrete aggregate. *Resources, Conservation & Recycling*, 164, 105155. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105121>.
- Agreda, G. & Moncada, G. (2015). *Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/63a51b96-1b49-46b9-9d7f-0fb8c6f3b515/content>
- Aguilar, D.I. (2019). *Variación de la resistencia a compresión de un concreto compactado $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ al usar agregado grueso reciclado* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca] <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3487/TESIS%20CONCRETO%20COMPACTADO%20AL%20USAR%20AGREGADO%20GRUESO%20RECICLADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ahmed, S. U. (2017). Mechanical properties of recycled aggregate concrete containing ternary blended cementitious materials. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(2), 347-354. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2017.05.002>
- Alape, C.M. y Santos, A. (2020). *Estudio comparativo entre un concreto convencional de 3000 psi y un concreto con agregado grueso a partir de 50%, 75% y 100% de RCD* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomas]. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31319/2020cristianalape.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- ASTM 138. Método de ensayo para determinar el peso unitario, rendimiento, y contenido de aire del concreto fresco. Método gravimétrico.

ASTM 138. Peso unitario, rendimiento, y contenido de aire del concreto fresco. Método gravimétrico.

ASTM C 1064. Medición de la temperatura del concreto fresco.

ASTM C 469. Método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad y razón de Poisson en cilindros de concreto.

ASTM C-127. Método de ensayo para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y la absorción de agregados gruesos.

ASTM C39. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de cilindros de concreto.

ASTM D 2216. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo y rocas.

ASTM C 143. Método de ensayo. Determinación del asentamiento del concreto.

Dodds, W., Goodier, C., Christodoulou, C., Austin, S. & Dunne, D. (2017). Durability performance of sustainable structural concrete: Effect of coarse crushed concrete aggregate on microstructure and water ingress. *Construction and Building Materials*, 156, 965-974. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.232>.

Azevedo, V. D. S., de Lima, L. R., Vellasco, P. C. D. S., Tavares, M. E. D. N., & Chan, T. M. (2021). Experimental investigation on recycled aggregate concrete filled steel tubular stub columns under axial compression. *Journal of Constructional Steel Research*, 187, 106930. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2021.106930>

Bedoya, C., & Dzul, L. (2015). El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. *Revista ingeniería de construcción*, 30(2), 99-108.

<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732015000200002>

Cantero, B., Bravo, M., de Brito, J., Sáez del Bosque, I.F. & Medina, C., (2020).

Mechanical behaviour of structural concrete with ground recycled concrete cement and mixed recycled aggregate. *Journal of Cleaner Production*, 284, 124756. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122913>.

Chumpitaz , G. N. (2019). *Propiedades físicas y mecánicas de un concreto elaborado con agregado grueso proveniente del concreto reciclado* [Tesis de pregrado,

Universidad de San Martín de Porres.

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USMP_cd5f26d860dec0d62b6d0fedf71b7725

Gutiérrez, J. M., Mungaray, A., & Hallack , M. (2015). Reuse of Hydraulic Concrete

Waste as a New Material in Construction Procedures: A Sustainable Alternative in Northwest Mexico. *Revista de la Construcción*, 14(2), 51-57.

<https://doi.org/10.4067/S0718-915X2015000200007>

Huillca, L. y Quispe, C. (2023). *Comparación del uso del concreto con agregado grueso reciclado y natural en la construcción de veredas en la ciudad de Arequipa* [Tesis

de pregrado, Universidad Católica San Pablo].

<https://repositorio.ucsp.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/5499bb65-bae3-4843-88b0-8c9fee4c853b/content>

Martínez, E. J. (2020). *Desempeño de las propiedades físicas mecánicas del concreto, utilizando agregado de concreto reciclado, Lambayeque 2020*[Tesis de

pregrado, Universidad Señor de Sipán].

[https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/9009/Mart%
adnez%20Lara%20Edwin%20Joseph.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/9009/Mart%c3%adnez%20Lara%20Edwin%20Joseph.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Martínez, I. E., & Mendoza, C. J. (2006). Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 7(3), 151-164. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432006000300002

Medina, A.L. (2022). *Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² - Abancay 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]. <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/342>

Moreno, L.A., Ospina, M.A. y Rodríguez, K.A.(2019). Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo de agregado grueso *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(4), 635-642. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000400635>

Pavón, E., Etxeberria, M., & Martínez, I. (2011). Properties of recycled aggregates concrete using active and inert additives. *Revista de la Construcción*, 10(3), 4-15. <https://doi.org/10.4067/S0718-915X2011000300002>

Jordan, J.C, & Viera, N. (2014). *Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra* [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2084>

San Martín, R. (2019). *Uso de probetas ensayadas del LEMC como agregado grueso reciclado en mezclas nuevas de concreto* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4085/ICI_279.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vega, A.P. (2019). *Agregado de concreto reciclado, su influencia en las propiedades mecánicas de concretos 210, 280 y 350 Kg/cm², Lima – 2018* [Tesis de pregrado,

Universidad Cesar Vallejo].

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35195/Vega%20Baz%
c3%a1n_ANAP.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35195/Vega%20Baz%c3%a1n_ANAP.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Villacrés, V.J. (2023). *Análisis del módulo de elasticidad estático en base a la resistencia a la compresión del hormigón fabricado con agregado grueso de materiales reciclados obtenidos de las escombreras y su comparación con hormigones preparados en condiciones normales* [tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato].
[https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/39016/1/Tesis%20I.C.
.%201772%20-
%20Villacres%20Tirado%20Vladimir%20Jonathan%20%281%29.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/39016/1/Tesis%20I.C.%201772%20-%20Villacres%20Tirado%20Vladimir%20Jonathan%20%281%29.pdf)

Anexos 1: Análisis de varianza

Tabla 21

Análisis de Varianza para Resistencia (kg/cm²)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Mezcla	23778.9	3	7926.31	118.26	0.0000
B: Edad de ensayo (días)	209778.	3	69926.1	1043.33	0.0000
RESIDUOS	2747.92	41	67.0224		
TOTAL (CORREGIDO)	236305.	47			

Tabla 22

Análisis de Varianza para Diámetro Promedio (cm)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Mezcla	0.0271417	3	0.00904722	4.73	0.0063
B: Edad de ensayo (días)	0.0196083	3	0.00653611	3.42	0.0260
RESIDUOS	0.078375	41	0.00191159		
TOTAL (CORREGIDO)	0.125125	47			

Tabla 23

Análisis de Varianza para Área Sección (cm²)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Mezcla	7.18333	3	2.39444	4.82	0.0058
B: Edad de ensayo (días)	5.15667	3	1.71889	3.46	0.0249
RESIDUOS	20.3767	41	0.496992		
TOTAL (CORREGIDO)	32.7167	47			

Tabla 24

Análisis de Varianza para Carga Máxima (KN)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Mezcla	15076.5	3	5025.5	118.80	0.0000
B: Edad de ensayo (días)	135896.	3	45298.7	1070.83	0.0000
RESIDUOS	1734.4	41	42.3024		
TOTAL (CORREGIDO)	152707.	47			

Tabla 25

Análisis de Varianza para Tipo de Fractura

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Mezcla	9.5625	3	3.1875	2.29	0.0931
B: Edad de ensayo (días)	32.0625	3	10.6875	7.66	0.0004
RESIDUOS	57.1875	41	1.39482		
TOTAL (CORREGIDO)	98.8125	47			

Anexo 2. Caracterización de los agregados

CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO
FINO

PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO -
TRUJILLO

SOLICITANTES

FECHA DE ENSAYO

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente	gr	0.0	0.0	0.0	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	500.0	500.0	500.0	
Peso recipiente + muestra seca	gr	489.7	490.7	489.7	
Peso de muestra húmeda	gr	500.0	500.0	500.0	
Peso de muestra seca	gr	489.7	490.7	489.7	
Peso de agua	gr	10	9	10	
Contenido de humedad	%	2.1	1.9	2.1	2.0

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

**1. INFORMACION
GENERAL**

MATERIAL : AGREGADO
FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO -
TRUJILLO
SOLICITANTES 0
FECHA DE ENSAYO 0

**2. RESULTADOS DEL
ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	21.540	21.520	21.540	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	23.280	23.320	23.320	
Peso de recipiente	kg	6.560	6.560	6.560	
Peso de muestra en estado suelto	kg	14.980	14.960	14.980	
Peso de muestra en estado compactado	kg	16.720	16.760	16.760	
Volumen del recipiente	m ³	0.0091	0.0091	0.0091	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,646	1,644	1,646	1,645
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,837	1,842	1,842	1,840

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES 0
FECHA DE ENSAYO 0

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	491.5	490.1	
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	1,438.8	1,438.8	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1,740.4	1,738.9	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	500.0	498.3	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.48	2.47	2.48
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.52	2.51	2.52
Absorción	%	1.7	1.7	1.7

OBSERVACIONES:

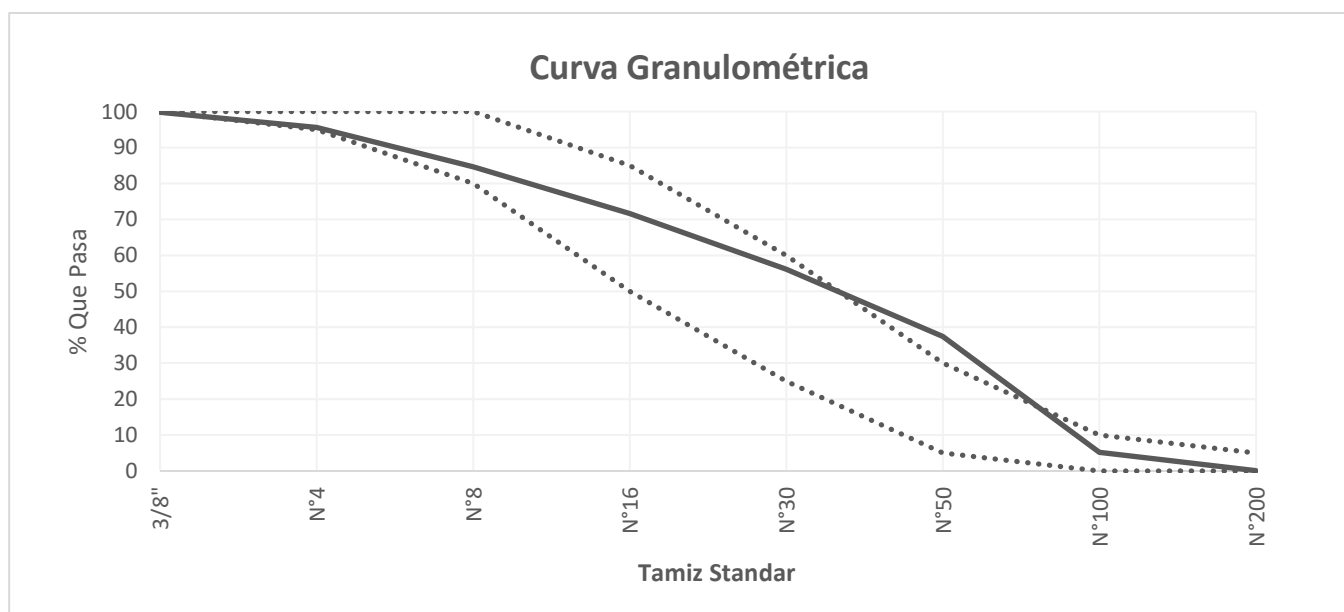
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES 0
FECHA DE ENSAYO 0

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Minimo	Maximo	
3/8"	9.500	1.0	0.2	0.2	99.8	100	100	Características físicas:
N°4	4.750	21.2	4.2	4.4	95.6	95	100	
N°8	2.360	54.8	11.0	15.4	84.6	80	100	
N°16	1.180	64.8	13.0	28.4	71.6	50	85	Cont. de Humedad: 2.0 %
N°30	0.600	77.5	15.5	43.9	56.1	25	60	Modulo de Finura: 2.50
N°50	0.300	93.7	18.7	62.6	37.4	5	30	
N°100	0.150	161.2	32.2	94.8	5.2	0	10	
N°200	0.075	25.4	5.1	99.9	0.1	0	5	
Fondo	-	0.4	0.1	100.0	0.0			
		500.0	100.0					



Anexo 3. Diseño de Mezclas

Tabla 26

Diseño de mezcla de la muestra patrón

Composición	Peso Húmedo (kg/m³)
Cemento	387
Agua	216
Agregado fino	467
Agregado grueso	41.87

Tabla 27

Diseño de mezcla de la muestra T1

Composición	Peso Húmedo (kg/m³)
Cemento	387
Agua	216
Agregado fino	467
Agregado grueso	33.50

Tabla 28

Diseño de mezcla de la muestra T2

Composición	Peso Húmedo (kg/m³)
Cemento	387
Agua	216
Agregado fino	467
Agregado grueso	31.40

Tabla 29

Diseño de mezcla de la muestra T3

Composición	Peso Húmedo (kg/m³)
Cemento	387
Agua	216
Agregado fino	467
Agregado grueso	29.31

Anexo 4. Certificados de laboratorio



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : PIERO FRANCOIS HIDALGO HIDALGO
FECHA DE ENSAYO : 10/05/2023

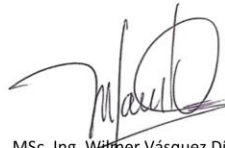
2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente	gr	0.0	0.0	0.0	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	500.0	500.0	500.0	
Peso recipiente + muestra seca	gr	489.7	490.7	489.7	
Peso de muestra húmeda	gr	500.0	500.0	500.0	
Peso de muestra seca	gr	489.7	490.7	489.7	
Peso de agua	gr	10	9	10	
Contenido de humedad	%	2.1	1.9	2.1	2.0

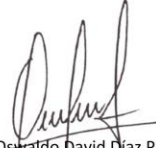
OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

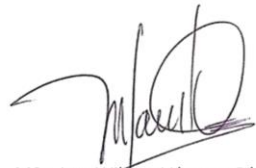
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : PIERO FRANCOIS HIDALGO HIDALGO
FECHA DE ENSAYO : 11/05/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO


Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	283.1	282.6	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	4,317.6	4,327.4	
Peso recipiente + muestra seca	gr	4,271.9	4,283.3	
Peso de muestra húmeda	gr	4,034.5	4,044.8	
Peso de muestra seca	gr	3,988.8	4,000.7	
Peso de agua	gr	45.7	44.1	
Contenido de humedad	%	1.1	1.1	1.1

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

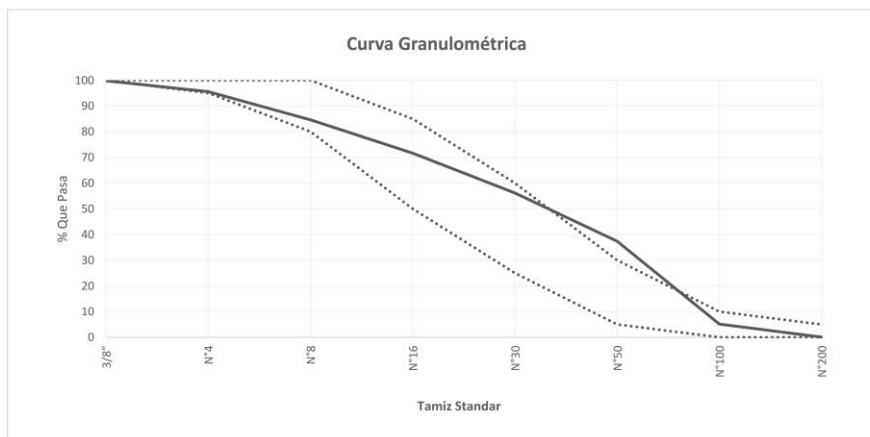
Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : PIERO FRANCOIS HIDALGO HIDALGO
FECHA DE ENSAYO : 10/05/2023

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Minimo	Maximo	
3/8"	9.500	1.0	0.2	0.2	99.8	100	100	Características físicas: Cont. de Humedad: 2.0 % Modulo de Finura: 2.50
N°4	4.750	21.2	4.2	4.4	95.6	95	100	
N°8	2.360	54.8	11.0	15.4	84.6	80	100	
N°16	1.180	64.8	13.0	28.4	71.6	50	85	
N°30	0.600	77.5	15.5	43.9	56.1	25	60	
N°50	0.300	93.7	18.7	62.6	37.4	5	30	
N°100	0.150	161.2	32.2	94.8	5.2	0	10	
N°200	0.075	25.4	5.1	99.9	0.1	0	5	
Fondo	-	0.4	0.1	100.0	0.0			
		500.0	100.0					



OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.


 MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

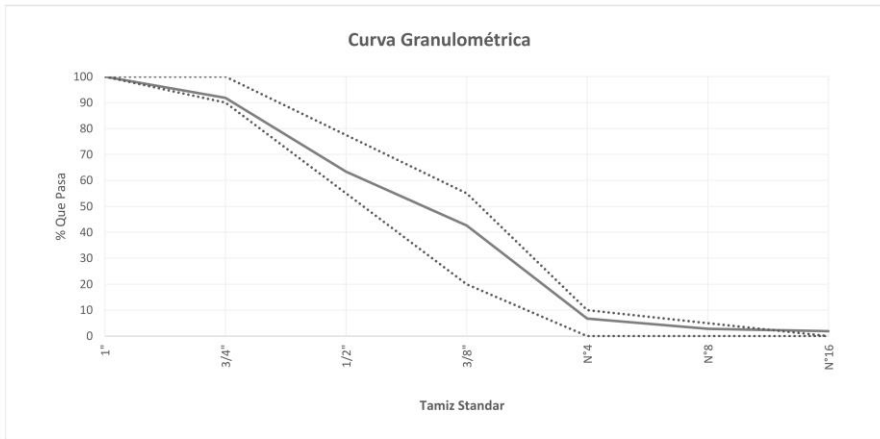
Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : PIERO FRANCOIS HIDALGO HIDALGO
FECHA DE ENSAYO : 11/05/2023

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites Huso 67 (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
1½"	37.50	0	0.0	0.0	100.0			
1"	25.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100	Características físicas: Tamaño Max. Nom.: 3/4" Cont. de Humedad: 1.1 % Modulo de Finura: 6.54
3/4"	19.00	408.8	8.2	8.2	91.8	90	100	
1/2"	12.50	1420.0	28.4	36.6	63.4			
3/8"	9.50	1038.2	20.8	57.4	42.6	20	55	
N°4	4.75	1790.4	35.8	93.2	6.8	0	10	
N°8	2.36	196.7	3.9	97.2	2.8	0	5	
N°16	1.18	45.9	0.9	98.1	1.9			
Fondo	-	95.1	1.9	100.0	0.0			
		4995.1	100.0					



OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : PIERO FRANCOIS HIDALGO HIDALGO
FECHA DE ENSAYO : 10/05/2023

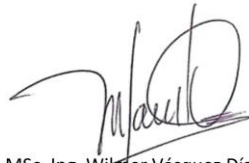
2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	491.5	490.1	
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	1,438.8	1,438.8	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1,740.4	1,738.9	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	500.0	498.3	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.48	2.47	2.48
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.52	2.51	2.52
Absorción	%	1.7	1.7	1.7

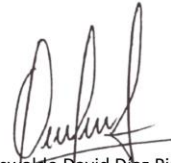
OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : PIERO FRANCOIS HIDALGO HIDALGO
FECHA DE ENSAYO : 11/05/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	3,078	3,329	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	3,115	3,365	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1,884	2,027	
Peso específico base seca	gr/cm3	2.50	2.49	2.50
Peso específico base SSS	gr/cm3	2.53	2.51	2.52
Absorción	%	1.2	1.1	1.2

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : PIERO FRANCOIS HIDALGO HIDALGO
FECHA DE ENSAYO : 10/05/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	21.540	21.520	21.540	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	23.280	23.320	23.320	
Peso de recipiente	kg	6.560	6.560	6.560	
Peso de muestra en estado suelto	kg	14.980	14.960	14.980	
Peso de muestra en estado compactado	kg	16.720	16.760	16.760	
Volumen del recipiente	m3	0.0091	0.0091	0.0091	
Peso unitario suelto	kg/m3	1,646	1,644	1,646	1,645
Peso unitario compactado	kg/m3	1,837	1,842	1,842	1,840

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTE : PIERO FRANCOIS HIDALGO HIDALGO
FECHA DE ENSAYO : 11/05/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	20.800	20.780	20.840	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	22.200	22.220	22.220	
Peso de recipiente	kg	6.540	6.540	6.540	
Peso de muestra en estado suelto	kg	14.260	14.240	14.300	
Peso de muestra en estado compactado	kg	15.660	15.680	15.680	
Volumen del recipiente	m3	0.0091	0.0091	0.0091	
Peso unitario suelto	kg/m3	1,567	1,565	1,571	1,568
Peso unitario compactado	kg/m3	1,721	1,723	1,723	1,722

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


REGISTRO DE ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

1. INFORMACION GENERAL

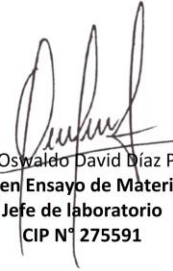
SOLICITANTE : PIERO FRANCOIS HIDALGO HIDALGO
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE AGREGADO GRUESO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2023

2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Descripción	Fecha	Temperatura (°C)	Asentamiento (in)	P.U.C. (kg/m ³)
Concreto patrón	19/05/2023	27.5	4.50	2,464
Concreto con 20% de agregado grueso reciclado	19/05/2023	26.0	4.50	2,442
Concreto con 25% de agregado grueso reciclado	22/05/2023	26.5	3.00	2,440
Concreto con 30% de agregado grueso reciclado	22/05/2023	26.0	2.50	2,433
-	-	-	-	-



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 750-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	19-05-23
Muestra :	Concreto patrón	Fecha de Ensayo:	20-05-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P01	1	10.25	82.5	36.6	4.4	45	2
034-TEM-P02	1	10.25	82.5	36.0	4.4	45	2
034-TEM-P03	1	10.20	81.7	37.6	4.6	47	2
Promedio					4.5	46	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 751-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	19-05-23
Muestra :	Concreto patrón	Fecha de Ensayo:	22-05-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P04	3	10.20	81.7	79.5	9.7	99	5
034-TEM-P05	3	10.20	81.7	86.0	10.5	107	2
034-TEM-P06	3	10.30	83.3	78.5	9.4	96	5
Promedio					9.9	101	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 752-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023
Muestra :	Concreto patrón

Fecha de Emisión:	18-07-23
Fecha de Moldeado:	19-05-23
Fecha de Ensayo:	26-05-23
f'c (kg/cm²) :	210

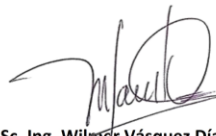
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P07	7	10.20	81.7	133.3	16.3	166	5
034-TEM-P08	7	10.25	82.5	128.5	15.6	159	5
034-TEM-P09	7	10.25	82.5	144.8	17.5	179	5
Promedio					16.5	168	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 753-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	19-05-23
Muestra :	Concreto patrón	Fecha de Ensayo:	16-06-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P10	28	10.20	81.7	178.7	21.9	223	2
034-TEM-P11	28	10.20	81.7	189.9	23.2	237	2
034-TEM-P12	28	10.20	81.7	187.8	23.0	234	5
Promedio					22.7	231	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 754-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	19-05-23
Muestra :	Concreto con 20% de agregado grueso reciclado	Fecha de Ensayo:	20-05-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P13	1	10.25	82.5	51.1	6.2	63	2
034-TEM-P14	1	10.30	83.3	51.5	6.2	63	2
034-TEM-P15	1	10.20	81.7	50.5	6.2	63	2
Promedio					6.2	63	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 755-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	19-05-23
Muestra :	Concreto con 20% de agregado grueso reciclado	Fecha de Ensayo:	22-05-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P16	3	10.40	84.9	119.9	14.1	144	5
034-TEM-P17	3	10.25	82.5	111.7	13.5	138	5
034-TEM-P18	3	10.35	84.1	115.7	13.8	140	5
Promedio					13.8	141	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 756-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	19-05-23
Muestra :	Concreto con 20% de agregado grueso reciclado	Fecha de Ensayo:	26-05-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P19	7	10.30	83.3	153.4	18.4	188	5
034-TEM-P20	7	10.35	84.1	154.4	18.4	187	5
034-TEM-P21	7	10.25	82.5	161.3	19.5	199	5
Promedio					18.8	191	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 757-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	19-05-23
Muestra :	Concreto con 20% de agregado grueso reciclado	Fecha de Ensayo:	16-06-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P22	28	10.20	81.7	200.2	24.5	250	5
034-TEM-P23	28	10.20	81.7	185.9	22.7	232	5
034-TEM-P24	28	10.20	81.7	195.7	24.0	244	5
Promedio					23.7	242	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 758-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023
Muestra :	Concreto con 25% de agregado grueso reciclado

Fecha de Emisión:	18-07-23
Fecha de Moldeado:	22-05-23
Fecha de Ensayo:	23-05-23
f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P25	1	10.18	81.3	85.2	10.5	107	5
034-TEM-P26	1	10.18	81.3	77.4	9.5	97	2
034-TEM-P27	1	10.20	81.7	78.4	9.6	98	2
Promedio					9.9	101	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 759-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	22-05-23
Muestra :	Concreto con 25% de agregado grueso reciclado	Fecha de Ensayo:	25-05-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P28	3	10.25	82.5	141.9	17.2	175	5
034-TEM-P29	3	10.20	81.7	149.9	18.3	187	5
034-TEM-P30	3	10.18	81.3	151.2	18.6	190	2
Promedio					18.0	184	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 760-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	22-05-23
Muestra :	Concreto con 25% de agregado grueso reciclado	Fecha de Ensayo:	29-05-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P31	7	10.20	81.7	184.6	22.6	230	5
034-TEM-P32	7	10.25	82.5	179.0	21.7	221	5
034-TEM-P33	7	10.20	81.7	176.0	21.5	220	5
Promedio					21.9	224	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 761-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	22-05-23
Muestra :	Concreto con 25% de agregado grueso reciclado	Fecha de Ensayo:	19-06-23
		f'c (kg/cm²) :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P34	28	10.20	81.7	228.9	28.0	286	2
034-TEM-P35	28	10.20	81.7	219.0	26.8	273	2
034-TEM-P36	28	10.25	82.5	223.9	27.1	277	2
Promedio					27.3	279	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 761-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	22-05-23
Muestra :	Concreto con 25% de agregado grueso reciclado	Fecha de Ensayo:	19-06-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P34	28	10.20	81.7	228.9	28.0	286	2
034-TEM-P35	28	10.20	81.7	219.0	26.8	273	2
034-TEM-P36	28	10.25	82.5	223.9	27.1	277	2
Promedio					27.3	279	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 763-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	22-05-23
Muestra :	Concreto con 30% de agregado grueso reciclado	Fecha de Ensayo:	25-05-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P40	3	10.25	82.5	135.6	16.4	168	5
034-TEM-P41	3	10.20	81.7	129.2	15.8	161	5
034-TEM-P42	3	10.20	81.7	125.3	15.3	156	2
Promedio					15.9	162	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 764-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	22-05-23
Muestra :	Concreto con 30% de agregado grueso reciclado	Fecha de Ensayo:	29-05-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P43	7	10.35	84.1	170.3	20.2	206	5
034-TEM-P44	7	10.25	82.5	174.3	21.1	215	5
034-TEM-P45	7	10.20	81.7	167.7	20.5	209	5
Promedio					20.6	210	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 765-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	22-05-23
Muestra :	Concreto con 30% de agregado grueso reciclado	Fecha de Ensayo:	19-06-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P46	28	10.20	81.7	207.8	25.4	259	5
034-TEM-P47	28	10.20	81.7	206.4	25.3	258	5
034-TEM-P48	28	10.25	82.5	201.8	24.5	249	5
Promedio					25.0	255	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 765-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	22-05-23
Muestra :	Concreto con 30% de agregado grueso reciclado	Fecha de Ensayo:	19-06-23
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
034-TEM-P46	28	10.20	81.7	207.8	25.4	259	5
034-TEM-P47	28	10.20	81.7	206.4	25.3	258	5
034-TEM-P48	28	10.25	82.5	201.8	24.5	249	5
Promedio					25.0	255	

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 870-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación del modulo de elasticidad estático del concreto en compresión
ASTM C-469

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023
Muestra :	Concreto con 20% de agregado grueso reciclado
Rel a/c :	210

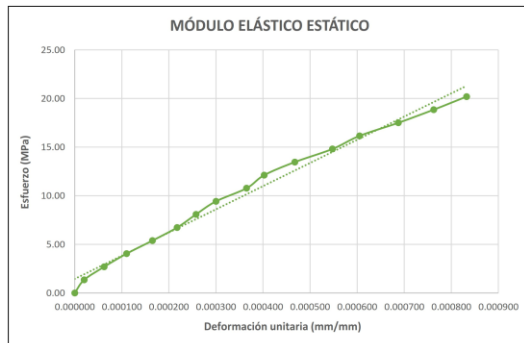
Fecha de Emisión:	18-07-23
Fecha de Moldeado:	19-05-23
Fecha de Ensayo:	16-06-23

RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN (Datos suministrados por el cliente)

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
034-TEM-22	28	10.20	200.2	24.5	250
034-TEM-23	28	10.20	185.9	22.7	232
034-TEM-24	28	10.20	195.7	23.9	244
Promedio				23.7	242

RESULTADOS DEL ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD

Esfuerzo (MPa)	Deformación Unitaria (mm/mm)
0.00	0.000000
1.35	0.000020
2.69	0.000063
4.04	0.000110
5.38	0.000165
6.73	0.000218
8.08	0.000258
9.42	0.000300
10.77	0.000365
12.12	0.000403
13.46	0.000468
14.81	0.000548
16.15	0.000605
17.50	0.000688
18.85	0.000763
20.19	0.000833




Módulo Elástico Estático (MPa)	23848
---------------------------------------	--------------

Módulo Elástico Estático Teórico (MPa) según RNE E060 $E=4700 \cdot (f'c)^{0.5}$	22897
--	--------------

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

INFORME DE ENSAYO N° 871-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación del modulo de elasticidad estático del concreto en compresión
ASTM C-469

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023
Muestra :	Concreto con 25% de agregado grueso reciclado
Rel a/c :	210

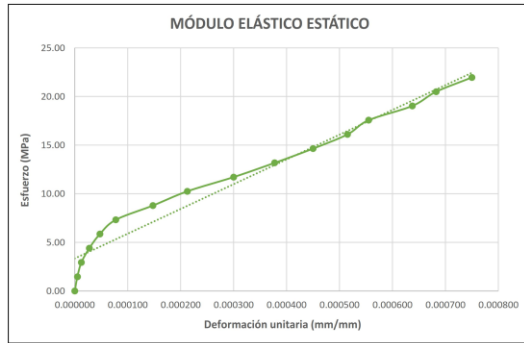
Fecha de Emisión:	18-07-23
Fecha de Moldeado:	22-05-23
Fecha de Ensayo:	19-06-23

RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN (Datos suministrados por el cliente)

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
034-TEM-34	28	10.20	228.9	28.0	286
034-TEM-35	28	10.20	219.0	26.8	273
034-TEM-36	28	10.25	223.9	27.1	277
Promedio				27.3	279

RESULTADOS DEL ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD

Esfuerzo (MPa)	Deformación Unitaria (mm/mm)
0.00	0.000000
1.46	0.000005
2.93	0.000013
4.39	0.000028
5.85	0.000048
7.32	0.000078
8.78	0.000148
10.25	0.000213
11.71	0.000300
13.17	0.000378
14.64	0.000450
16.10	0.000515
17.56	0.000555
19.03	0.000638
20.49	0.000683
21.96	0.000750




Módulo Elástico Estático (MPa)	25461
---------------------------------------	--------------

Módulo Elástico Estático Teórico (MPa) según RNE E060 $E=4700 \cdot (f'c)^{0.5}$	24564
--	--------------

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&B INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

INFORME DE ENSAYO N° 872-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación del módulo de elasticidad estático del concreto en compresión
ASTM C-469

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

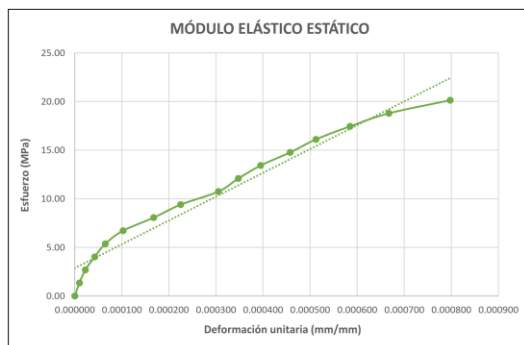
Cliente :	Piero Francois Hidalgo Hidalgo	Fecha de Emisión:	18-07-23
Proyecto :	Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad estático de concretos convencionales, Trujillo 2023	Fecha de Moldeado:	22-05-23
Muestra :	Concreto con 30% de agregado grueso reciclado	Fecha de Ensayo:	19-06-23
Rel a/c :	210		

RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN (Datos suministrados por el cliente)

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
034-TEM-46	28	10.20	207.8	25.4	259
034-TEM-47	28	10.20	206.4	25.3	258
034-TEM-48	28	10.25	201.8	24.5	249
			Promedio	25.0	255

RESULTADOS DEL ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD

Esfuerzo (MPa)	Deformación Unitaria (mm/mm)
0.00	0.000000
1.34	0.000010
2.68	0.000023
4.03	0.000043
5.37	0.000065
6.71	0.000103
8.05	0.000168
9.39	0.000225
10.73	0.000305
12.08	0.000348
13.42	0.000395
14.76	0.000458
16.10	0.000513
17.44	0.000585
18.78	0.000668
20.13	0.000798




Módulo Elástico Estático (MPa)	24496
---------------------------------------	--------------

Módulo Elástico Estático Teórico (MPa) según RNE E060 $E=4700*(f'c)^{0.5}$	23523
--	--------------

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados



MSc. Ing. Wilber Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Laboratorio
CIP N° 275591

ANEXO 5 PANEL FOTOGRAFICO



Imagen 1: Granulometría de agregados



Imagen 2: Cuarteo de material



Imagen 3: Determinación de peso unitario en agregado grueso



Imagen 4: Determinación de peso unitario en agregado fino



Imagen 5: Secado de muestras



Imagen 6: Determinación de estado SSS de la arena



Imagen 7: Determinación de estado SSS de la piedra



Imagen 8 Peso de picnómetro con agregado fino saturado



Imagen 9 Peso de piedra en balanza de flotabilidad



Imagen 10: Determinación de slump para concreto fresco



Imagen 11: Preparación de probetas de concreto



Imagen 12: Vista de probetas antes de rotura a 1 Día



Imagen 13: Rotura de probeta



Imagen 14: Preparación de probeta para obtención de modulo de elasticidad



Imagen 15: Rotura de probeta para medición de elasticidad estática del concreto